SCHNEIDER ELECTRIC S. A.

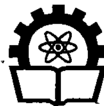
HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ LẮP ĐẶT ĐIỆN

Theo tiêu chuẩn quốc tế IEC

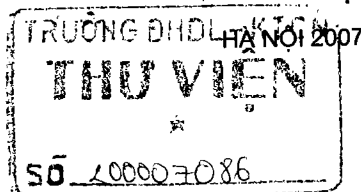
(In lần thứ 5 có chỉnh sửa)

Người dịch

Phan Thị Thanh Bình, Phan Quốc Dũng, Phạm Quang Vinh, Phan Thị Thu Vân
Phan Kế Phúc, Nguyễn Văn Nhờ, Dương Lan Hương, Bùi Ngọc Thư
Tô Hữu Phúc, Nguyễn Bá Bạn, Nguyễn Thị Quang, Ngô Hải Thanh



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI 2007



Dịch từ bản tiếng Anh:

Electrical Installation Guide

According to IEC International Standards

Lời tựa

Bjorn Folcker, Chủ tịch Uỷ ban tư vấn về an toàn (ACOS - Advisory Commitee on Safety) của Hội đồng Kỹ thuật điện Quốc tế (IEC - International Electrotechnical Commission).

Hội đồng Kỹ thuật điện Quốc tế đã soạn thảo kỹ lưỡng các tiêu chuẩn nhằm sử dụng điện an toàn. Các tiêu chuẩn này được công nhận và áp dụng ngày càng rộng rãi tại nhiều quốc gia trên thế giới. Khuynh hướng đó tỏ ra rất hữu ích trong các trao đổi thương mại quốc tế và điều này cũng đã được khẳng định gần đây trong Hiệp định thuế quan toàn cầu (GATT) của Tổ chức Mậu dịch thế giới (WTO - World Trade Organisation). Hiệp định này đã công nhận các tiêu chuẩn nói trên như là cơ sở chung cho các trao đổi thương mại quốc tế.

Uỷ ban kỹ thuật 64 của IEC, phụ trách các vấn đề lắp đặt điện trong các công trình xây dựng, đã hoàn thành nhiệm vụ của mình bằng cách đưa ra loạt tiêu chuẩn IEC 364, cung cấp các quy định cần thiết để đảm bảo an toàn trong lắp đặt điện hạ thế (dưới 1000 V).

Tôi rất hân hạnh được giới thiệu đến các độc giả quyển sách "Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện" này, trong đó các tác giả đã bổ sung và cụ thể hoá những tiêu chuẩn do Uỷ ban kỹ thuật 64 đưa ra. Các thông tin và dữ kiện thực tiễn đề cập trong quyển sách này rất hữu ích trong việc thiết kế hoặc lắp đặt điện phù hợp với các yêu cầu về an toàn của IEC và tiêu chuẩn của sản phẩm. Kinh nghiệm trên bình diện quốc gia đã cho thấy những tài liệu hướng dẫn như

quyển sách này là công cụ hữu ích giúp ứng dụng dễ dàng hơn các quy định của IEC 364 trong thực tế.

Do tầm quan trọng công việc của Uỷ ban Kỹ thuật 64, ACOS đã chỉ định nhiệm vụ chủ đạo về an toàn của Uỷ ban này là "Bảo vệ chống điện giật". Điều này hàm nghĩa là các quy tắc cơ bản về bảo vệ chống điện giật do Uỷ ban 64 đề ra sẽ phải được các Uỷ ban kỹ thuật khác của IEC xem xét đến khi soạn thảo các tiêu chuẩn có liên quan đến vấn đề này, ví dụ như các tiêu chuẩn của các loại thiết bị điện.

• Bjorn I. Folcker (Thuỵ Điển), M. Sc. (El Eng.), từng là Phó chủ tịch Uỷ ban Điện lực Thuỵ Điển (Svenska Elektriska Kommissionen - SEK), là Uỷ ban quốc gia Thuỵ Điển của IEC và CENELEC. Ông đã công tác hơn 30 năm tại Viện kiểm định thiết bị điện Thuỵ Điển (SEMKO - Swedish - Institute for Testing and Approval of Electric Equipment). Trong thời gian này, ông đã tham gia tích cực vào việc soạn thảo các tiêu chuẩn quốc tế về an toàn cho các thiết bị điện. Hiện nay, ông là tư vấn của SEK.

Bjorn I. Folcker là chủ tịch ACOS từ 1987, đồng thời cũng là chủ tịch một số uỷ ban khác của IEC trong lĩnh vực an toàn.

Lời giới thiệu

P.ĐẦU

Tôi hân hạnh được giới thiệu với đông đảo bạn đọc quyển sách "Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện" theo tiêu chuẩn quốc tế IEC của Tập đoàn SCHNEIDER, bản dịch của các thầy, cô giáo đã và đang giảng dạy tại trường Đại học Kỹ thuật (trước đây là Đại học Bách khoa) thành phố Hồ Chí Minh.

Nội dung của sách này đề cập đến nhiều vấn đề rất rộng lớn trong lĩnh vực lắp đặt trang thiết bị điện: từ giới thiệu các tiêu chuẩn, quy trình, quy phạm đến thông số và tính năng máy móc, dụng cụ, trang thiết bị điện, phương pháp tính toán, thiết kế các sơ đồ cấp điện đảm bảo yêu cầu về tin cậy, bảo vệ chống bị điện giật và bảo vệ chống các hư hỏng có thể xảy ra đối với những phần tử khác nhau trong lưới điện, đặc biệt là lưới điện hạ áp và trong các công trình dân dụng.

Hiểu biết về lắp đặt trang thiết bị điện là mảng kiến thức quan trọng trong quá trình hoạt động của những người làm nghề điện từ thiết kế, xây lắp, giám sát thi công đến vận hành, sửa chữa thiết bị điện sao cho phù hợp với các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế, đảm bảo các thông số kỹ thuật và an toàn cho người và thiết bị.

Hy vọng các bạn đọc có thể tìm thấy nhiều thông tin cần thiết cả về lý thuyết lẫn thực hành trong quyển sách rất bổ ích này.

Hà nội, ngày 01 tháng 5 năm 2000

VS. GS TSKH Trần Đình Long

On behalf of Schneider Electric S. A., I confirm that the Vietnamese translation of the Electrical Installation Guide has been done with the authorisation of Schneider Electric S. A. France I would like also to thank the teachers of the Electrical Supply and Electrification Department of Ho Chi Minh City University of Technology for the valuable work that has been necessary to realise this translation, I am conviced that this document will be a great support for Vietnamese students.

CHAN Yew-Wai
Chief Executive of Schneider Electric S. A. Resident Representative Office in Vietnam.

Thay mặt Schneider Electric S. A., tôi xác nhận bản dịch sang tiếng Việt của tập sách Electrical Installation Guide này đã được sự đồng ý của Schneider Electric S. A. France.

Tôi trân trọng cảm ơn các vị giảng viên Bộ môn Cung cấp điện và Điện khí hoá, khoa Điện - Điện tử Trường Đại học Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh đã đóng góp công sức quý báu để hoàn thành bản dịch này. Tôi tin rằng quyển sách này sẽ là một sự hỗ trợ lớn đối với sinh viên ngành điện tại Việt Nam.

CHAN Yew - Wai
Trưởng Đại diện
Văn phòng Đại diện thường trú Schneider Electric S. A. tại Việt Nam

Cuốn "***Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện***" này dành cho các kỹ sư điện làm công tác thiết kế, thực hiện, giám sát hoặc bảo trì trong lĩnh vực lắp đặt điện tương hợp với các tiêu chuẩn quốc tế của Hội đồng kỹ thuật điện quốc tế (IEC). "Các giải pháp kỹ thuật nào nhằm đảm bảo thỏa mãn tất cả các quy định về an toàn?", đó là câu hỏi thường xuyên được đặt ra khi soạn thảo quyển sách này.

Tiêu chuẩn quốc tế như IEC 364 về "Lắp đặt điện trong công trình xây dựng" xác định một cách bao quát các quy tắc cần thiết nhằm đảm bảo an toàn và các quy định về đặc tính làm việc của mọi dạng lắp đặt điện. Do tiêu chuẩn cần có tính bao quát và có thể áp dụng với mọi loại sản phẩm cũng như các giải pháp kỹ thuật khác nhau được sử dụng trên thế giới, văn bản các quy định của IEC được viết một cách phức tạp và không được trình bày theo một trình tự dễ ứng dụng. Các tiêu chuẩn này, vì vậy, không thể xem như một cẩm nang ứng dụng mà chỉ có thể là các tài liệu tham khảo.

Mục đích của quyển "***Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện***" này là khảo sát vấn đề thiết kế lắp đặt điện tương hợp với tiêu chuẩn IEC 364 và các tiêu chuẩn IEC khác một cách rõ ràng, thực tiễn và hệ thống. Vì vậy,

chương đầu tiên, chương (B), trình bày tóm tắt nội dung quyển sách và mỗi chương tiếp theo sẽ lần lượt trình bày từng mục trong tổng số 8 mục được khảo sát. Hai chương cuối cùng được dành cho việc khảo sát các nguồn, tải và vị trí đặc biệt, cũng như các phụ lục cung cấp các thông tin phụ. Cần lưu ý đặc biệt đến phụ lục về Tương hợp điện từ (EMC - Electromagnetic Compatibility), được viết dựa trên các kinh nghiệm thực tiễn và rộng rãi về vấn đề này.

Chúng tôi mong quý độc giả sẽ thấy rằng quyển sách này thực sự hữu ích.

Schneider Electric S. A.

Lời cảm tạ

Quyển sách này do một tập thể gồm các chuyên gia quốc tế giàu kinh nghiệm soạn thảo, dựa trên bản in lần thứ ba của quyển "*Guide de l'installation électrique*" do Công ty Merlin Gerin ấn hành, và bao gồm cả những vấn đề mới nhất trong lĩnh vực tiêu chuẩn hoá về điện.

Không thể kể hết tên những người đã đóng góp vào quyển sách này, nhưng chúng tôi đặc biệt cảm ơn ông Jean-Pierre ROULET-DUBONET, ESE Eng., SEE, người điều hành dự án, ông Edwin COEY, C. Eng., thành viên IEE, người viết và dịch chính, và ông Alain CHAROY, Ban chấp hành AEMC, viết phụ lục về tương hợp điện từ, dưới sự chỉ đạo của Michel MEGRET, Phó giám đốc về tiêu chuẩn, Schneider Electric S.A.. Chúng tôi cũng đặc biệt cảm ơn ông Bjorn FOLCKER, Chủ tịch IEC/ACOS đã viết lời tựa cho quyển sách này.

MỤC LỤC

Trang

M.LỤC

CHƯƠNG H
BẢO VỆ LƯỚI - THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT
PHẦN H1 BẢO VỆ LƯỚI

M.LỤC

CHƯƠNG B

TỔNG QUAN – CÔNG SUẤT ĐẶT

C.B

1. PHƯƠNG PHÁP LUẬN

Nghiên cứu thiết kế lắp đặt điện theo quyển sách này đòi hỏi phải đọc cẩn thận toàn bộ các mục theo trình tự được trình bày cho các chương.

Liệt kê các nhu cầu công suất phụ tải

Để nghiên cứu một bản thiết kế cung cấp điện cần phải có các kiến thức căn bản về các quy tắc và qui định của ngành điện.

Những hiểu biết về các chế độ vận hành của thiết bị tiêu thụ điện (còn gọi là "phụ tải" hay "tải") (ví dụ như trạng thái xác lập, những điều kiện về khởi động, vận hành không đồng thời, v.v.) cùng với vị trí và công suất đặt của từng phụ tải ở trên bản vẽ mặt bằng của các công trình, sẽ giúp người thiết kế hoàn tất được bảng liệt kê nhu cầu của các phụ tải. Bảng liệt kê này sẽ bao gồm tổng công suất được lắp đặt trên mạng cũng như sự đoán giá trị tải thực tế cần phải được cung cấp điện. Giá trị này được tính toán từ chế độ vận hành của mạng.

Từ những dữ liệu này, người ta có thể xác định được công suất yêu cầu lấy từ nguồn cung cấp và số nguồn (thích hợp) cần thiết để cấp đầy đủ cho mạng.

Những thông tin về giá điện tại địa phương cũng cần xem xét để cho phép chọn lựa cách kết nối tốt nhất vào lưới ở phía trung áp hoặc phía hạ áp.

Cách nối mạng

Mạng có thể được nối vào:

Phía trung áp: trong trường hợp này cần phải nghiên cứu, xây dựng và lắp đặt một trạm biến áp khách hàng. Trạm này có thể đặt trong nhà hay ngoài trời được lắp ghép theo những tiêu chuẩn và qui định tương ứng (phía hạ áp có thể được nghiên cứu riêng nếu cần). Việc đo lường có thể thực hiện phía trung hoặc phía hạ áp. Phần này sẽ được trình bày ở chương C – Các trạm biến áp phân phối trung/ hạ áp.

Phía hạ áp: mạng sẽ được nối vào mạng điện địa phương và sẽ có (nếu cần thiết) phần đo lường thích hợp tùy thuộc vào giá điện hạ áp.

Phần này sẽ trình bày ở chương D - Các kiểu nối mạng hạ áp

Công suất phản kháng

Việc bù công suất phản kháng trong mạng cung cấp điện thường chỉ liên quan đến vấn đề cải thiện hệ số cosφ, thường bù tại chỗ hoặc bù tập trung hoặc kết hợp cả hai phương pháp này. Phần này sẽ được trình bày ở chương E - Cải thiện hệ số công suất.

Phân phối phía hạ áp

Toàn bộ mạng phân phối hạ áp sẽ được nghiên cứu như một hệ thống hoàn chỉnh. Số lượng và đặc tính của các nguồn dự phòng khi sự cố cần được xác định rõ. Các biện pháp nối đất và việc bố trí trung tính _ nối đất được lựa chọn phụ thuộc vào các qui định của địa phương, vào nguồn cung cấp và vào bản chất của tải trong mạng. Các thiết bị phân phối, bảng điện, đường cáp được bố trí căn cứ vào sơ đồ mặt bằng vị trí từng thiết bị và nhóm thiết bị. Tùy theo vị trí đặt trang thiết bị và môi trường làm việc, người ta xác định mức độ an toàn chịu đựng của các thiết bị phân phối do các yếu tố bên ngoài tác động. Phần này sẽ trình bày ở chương F - Phân phối trong mạng hạ áp.

Bảo vệ chống điện giật

Các hệ thống nối đất (TT, IT hoặc TN) đã từng được xác định trước đây, vẫn được áp dụng để bảo vệ con người chống sự nguy hiểm do chạm điện trực tiếp và gián tiếp và để chọn sơ đồ bảo vệ thích hợp. Phần này trình bày ở chương G - Bảo vệ chống điện giật.

C.B

Mạch và thiết bị đóng cắt

Từng mạch sẽ được nghiên cứu chi tiết. Căn cứ vào giá trị dòng định mức của các tải, dòng ngắn mạch và loại thiết bị bảo vệ, tiết diện của dây dẫn sẽ được xác định. Cần phải lưu ý thêm rằng dòng cho phép của dây dẫn còn chịu ảnh hưởng của cách đi dây và môi trường làm việc của chúng.

Trước khi chọn tiết diện dây dẫn như đã nói trên, cần phải đảm bảo những yêu cầu sau:

- sụt áp trên dây không vượt quá tiêu chuẩn;
- đảm bảo vấn đề khởi động động cơ;
- đảm bảo việc bảo vệ chống điện giật.

Sau khi xác định dòng ngắn mạch I_{SC} cần kiểm tra ổn định lực điện động và ổn định nhiệt của dây dẫn.

Những tính toán này có thể dẫn tới việc chọn lại các dây dẫn có tiết diện khác, lớn hơn tiết diện được chọn lúc ban đầu.

Những đặc tính cần thiết của các thiết bị đóng cắt sẽ giúp xác định được loại và đặc tính của chúng. Việc sử dụng kỹ thuật cascade (ghép tầng) và việc phối hợp tính chọn lọc giữa tác động của cầu chì và các CB (máy cắt hạ thế) cũng được khảo sát. Phần này sẽ được trình bày ở chương:

- H1 - Bảo vệ lưới;
- H2 - Thiết bị đóng cắt.

Các nguồn cung cấp và tải đặc biệt

Các thiết bị đặc biệt của nhà máy và các trang thiết bị khác được nghiên cứu gồm:

- các nguồn đặc biệt như máy phát hoặc các bộ nghịch lưu;

- các tải đặc biệt có các đặc tính đặc biệt như động cơ cảm ứng, mạch chiếu sáng hoặc máy biến áp cách ly hạ /hạ;

- mạng điện đặc biệt như mạng một chiều.

Phần này được trình bày ở chương J – Các nguồn và tải đặc biệt.

Khu vực dân dụng và các vị trí đặc biệt

Một số cơ sở và vài vị trí đặc biệt đòi hỏi lưu ý tới các qui định nghiêm ngặt: ví dụ thông thường nhất là đối với khu vực nhà ở dân dụng.

Phần này được trình bày ở chương L - Lắp đặt điện dân dụng và các vị trí đặc biệt.

Phần mềm Ecodial 2.2

Phần mềm Ecodial 2.2 cung cấp các khái niệm hoàn chỉnh và việc thiết kế trọn gói mạng hạ áp theo tiêu chuẩn và các khuyến cáo của IEC.

Nội dung của các phần mềm này gồm:

- sơ đồ một dây;
- tính các dòng ngắn mạch;
- tính điện áp rơi;
- xác định tiết diện dây cáp tối ưu;
- các công suất yêu cầu của thiết bị đóng cắt và cầu chì;
- phối hợp các thiết bị bảo vệ;
- giới thiệu về sơ đồ ghép tầng;
- kiểm tra việc bảo vệ an toàn cho người;

- in ra toàn bộ số liệu đã được tính toán, thiết kế bằng chương trình máy tính này.

Phần mềm này là sản phẩm của Merlin Gerin đã được dùng ở Pháp và Anh

2. CÁC QUI TẮC VÀ QUI ĐỊNH

Mạng hạ áp phải tuân thủ theo một số những văn bản qui định và các yêu cầu như sau:

- các luật qui định (các nghị định, các nội quy của nhà máy, ...);
- các hướng dẫn, cách thực hiện do các cơ quan chuyên môn ban hành, các đặc điểm kỹ thuật của công việc;
- các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế về mạng cung cấp điện;
- các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế về sản phẩm được sử dụng.

2.1 Xác định cấp điện áp

Các mức điện áp chuẩn theo IEC và các khuyến cáo:

Bảng B1. **Các mức điện áp chuẩn giữa 100V – 1000V (IEC 38 - 1983)**

Hệ thống 3 pha 4 dây hoặc 3 dây	Hệ thống 1 pha, 3 dây
Điện áp định mức (V)	Điện áp định mức (V)
-	120/240
230/400 (1)	-
277/480 (2)	-
400/690 (1)	-
1000	-

(1) Điện áp định mức 220/380V và 240/415V hiện hữu của các hệ thống điện nên chuyển dần sang giá trị được khuyến cáo là 230/400V. Quá trình chuyển cấp điện áp nên tiến hành càng nhanh càng tốt, không nên lâu quá 20 năm sau khi ban hành tiêu

chuẩn IEC này. Để chuyển cấp điện áp, bước đầu tiên các nhà quản lý điện của các quốc gia có cấp điện áp 230 /380V nên đưa điện áp lên tới mức 230/400V +6% và - 10%, các quốc gia có cấp điện áp 240/415V nên đưa điện áp lên mức 230/400V +10% - 6%. Cuối cùng, sai số của điện áp mạng cho phép là ± 10% tức 230 /400V ± 10%. Các cách chuyển đổi như trên cũng được áp dụng tương tự như trường hợp chuyển từ cấp điện áp 380/660V lên 400/690V.

(2) Không được dùng cùng với 230/400V hoặc 400/690V.

Bảng B2 . **Các mức điện áp chuẩn trên 1kV tới 35kV (IEC 38-1983)**

Hệ thống 50Hz và 60Hz			Hệ thống 60Hz	
series I (nhóm I)			series II (áp dụng ở Bắc Mỹ) (nhóm II)	
điện áp lớn nhất đối với thiết bị (kv)	điện áp định mức của hệ thống (kv)		Điện áp lớn nhất đối với thiết bị (kV)	Điện áp định mức của hệ thống (kV)
3,6(1)	3,3(1)	3(1)	4,4(1)	4,16(1)
7,2(1)	6,6(1)	6(1)	-	-
12	11	10	-	-
-	-	-	13,2(2)	12,47(2)
-	-	-	13,97(2)	13,2(2)
-	-	-	14,52(1)	13,8(1)
(17,5)	-	(15)	-	-
24	22	20	-	-
-	-	-	26,4(2)	24,94(2)
36(3)	33(3)	-	-	-
-	-	-	36,5(2)	34,5(2)
40,5(3)	-	35(3)	-	-

Các hệ thống này thường là 3 pha 3 dây trừ khi có những chỉ định khác. Các giá trị điện áp được cho là U dây.

Các trị số cho trong ngoặc đơn là các giá trị ít được sử dụng. Các trị số này không nên áp dụng đối với các mạng mới sắp xây dựng.

(1) Các trị số này không nên dùng đối với mạng phân phối công cộng.

(2) Các hệ thống này thường có 4 dây.

(3) Sự thống nhất các giá trị này đang được xem xét.

2.2 Các qui định

Ở hầu hết các quốc gia, các mạng điện phải tuân thủ nhiều qui định do nhà nước, hoặc các tổ chức có thẩm quyền ban hành. Nhất thiết phải xem xét đến những ràng buộc này trước khi bắt đầu thiết kế.

2.3 Các tiêu chuẩn

Quyển sách hướng dẫn này dựa trên các tiêu chuẩn IEC đã ban hành, đặc biệt IEC 364. Tiêu chuẩn IEC 364 do các chuyên gia về y tế và kỹ thuật của tất cả các nước trên thế giới xây dựng, thông qua việc so sánh các kinh nghiệm thực tế ở phạm vi quốc tế. Hiện nay, các nguyên tắc về an toàn của IEC 364 và 479-1 là nền tảng cho hầu hết các tiêu chuẩn trên thế giới.

IEC-38	Các tiêu chuẩn về điện áp
IEC -56	Máy cắt xoay chiều điện áp cao
IEC-76-2	Máy biến áp lực - Phần 2: Sự tăng nhiệt
IEC-76-3	Máy biến áp lực - Phần 3: Kiểm tra mức cách điện và điện môi
IEC-129	Dao cách ly xoay chiều, dao tiếp đất
IEC-146	Các yêu cầu chung và các bộ biến đổi công suất
IEC-146-4	Các yêu cầu chung và các bộ biến đổi công suất. Phần 4: Các phương pháp xác định đặc tính và các yêu cầu kiểm tra cho việc cung cấp điện liên tục.
IEC-265-1	Dao cách ly cao áp - Phần 1: Các dao cao áp có điện áp định mức 1 kV $\leq U_{dm} \leq$ 52 kV
IEC-269-1	Cầu chì hạ áp - Phần 1: Các yêu cầu chung
IEC-269-3	Cầu chì hạ áp - Phần 3: Các yêu cầu phụ đối với các cầu chì dành cho những người không có kiến

thức về điện sử dụng (chủ yếu là cầu chì dân dụng và các ứng dụng tương tự)

IEC-282-1 Cầu chì trung áp - Phần 1: Cầu chì giới hạn dòng

IEC-287 Tính toán dòng làm việc liên tục định mức của cáp (hệ số tải100%)

IEC-298 Tự đóng cắt hợp bộ xoay chiều có vỏ bọc bằng kim loại và bộ phận điều khiển với 1 kV ≤ U_{dm} ≤ 52 kV

IEC-364 Mạng điện của các tòa nhà

IEC-364-3 Mạng điện của các tòa nhà– Phần 3: Đánh giá về các đặc tính chung

IEC-364-4-41 Mạng điện tòa nhà – Phần 4: Bảo vệ an toàn. Mục 41: Bảo vệ chống điện giật.

IEC-364-4-42 Mạng điện tòa nhà – Phần 4: Bảo vệ an toàn. Mục 42: Bảo vệ chống sự cố do nhiệt

IEC-364-4-43 Mạng điện tòa nhà – Phần 4: Bảo vệ an toàn. Mục 43: Bảo vệ chống quá dòng

IEC-364-4-47 Mạng điện tòa nhà – Phần 4: Bảo vệ an toàn. Mục 47: Các biện pháp bảo vệ chống điện giật

IEC-364-5-51 Mạng điện tòa nhà – Phần 5: Lựa chọn và lắp ráp thiết bị. Mục 51: Các quy tắc chung

IEC-364-5-52 Mạng điện tòa nhà – Phần 5: Lựa chọn và lắp ráp thiết bị. Mục 52: Hệ thống đi dây

IEC-364-5-53 Mạng điện tòa nhà - Phần 5 – chọn và lắp các thiết bị điện. Mục 53: Thiết bị đóng cắt và các bộ phận điều khiển

IEC-364-6 Mạng điện tòa nhà - Phần 6: Kiểm tra

IEC-364-7-701 Mạng điện tọa nhà - Phần 7: Các yêu cầu đối với các mạng hoặc vị trí đặc biệt. Mục 701: mạng điện trong phòng tắm

IEC-364-7-706 Mạng điện tòa nhà - Phần 7: Các yêu cầu đối với các mạng hoặc vị trí đặc biệt. Mục 706: các vị trí hạn chế dẫn điện

IEC-364-7-710 Mạng điện tòa nhà - Phần 7: Các yêu cầu đối với các mạng hoặc vị trí đặc biệt. Mục 710: Mạng điện trong khu triển lãm, phòng biểu diễn, hội chợ giải trí, v.v..

C.B

IEC-420 Phối hợp cầu chì - cầu dao điện xoay chiều trung thế

IEC-439-1 Tủ đóng cắt hạ thế và các bộ điều khiển - Phần 1: Các thiết bị được thí nghiệm theo loại và thí nghiệm một phần

IEC-439-2 Tủ đóng cắt hạ thế và các bộ điều khiển - Phần 2: Các yêu cầu riêng đối với hệ thống thanh dẫn đi trong máng (kiểu thanh dẫn)

IEC-439-3 Tủ đóng cắt hạ thế và các bộ điều khiển - Phần 3: Các yêu cầu riêng đối với tủ đóng cắt hạ thế và các bộ phận điều khiển được lắp đặt nơi có những người không có kỹ năng về điện có thể thao tác với tủ phân phối.

IEC-446 Nhận dạng dây dẫn theo màu hoặc số

IEC-479-1 Ảnh hưởng của dòng điện đối với người và vật nuôi. Phần 1: Các khía cạnh chung

IEC- 479-2 Ảnh hưởng của dòng điện đối với người và vật nuôi. Phần 2: Các khía cạnh đặc biệt

IEC-529 Các cấp độ bảo vệ do vỏ bọc (mã IP)

IEC-644	Các đặc điểm kỹ thuật của các cầu chì kết nối trung thế dành cho các mạch có động cơ
IEC-664	Phối hợp cách điện đối với các thiết bị trong mạng hạ áp
IEC-694	Các tiêu chuẩn chung cho thiết bị đóng cắt cao thế và bộ điều khiển
IEC-724	Hướng dẫn về giới hạn phát nhiệt cho phép của cáp điện lực với điện áp định mức không quá 0,6/1,0 kV
IEC-742	Máy biến áp cách ly và máy biến áp cách ly an toàn. Các yêu cầu
IEC-755	Các yêu cầu chung đối với thiết bị bảo vệ tác động theo dòng rò
IEC-787	Hướng dẫn áp dụng để chọn cầu chì kết nối phía trung thế đặt ở máy biến áp
IEC-831-1	Tụ bù mắc song song loại self-healing (tự phục hồi) đặt ở mạng xoay chiều có điện áp định mức, $U_{dm} \leq 660V$- Phần 1: Tổng quan - Các đặc tính, thí nghiệm và định mức, các yêu cầu về an toàn - Hướng dẫn lắp đặt và vận hành

2.4 Chất lượng và tính an toàn của mạng cung cấp điện

Chỉ có thể đảm bảo bằng cách:

- kiểm soát ngay từ đầu sự tuân thủ các qui định đối với mạng cung cấp điện;
- kiểm tra sự tuân thủ các quy định của các thiết bị điện được sử dụng;
- kiểm tra định kỳ.

Nhờ tuân thủ các hình thức kiểm tra này, an toàn đối với người và việc đảm bảo liên tục cung cấp điện cho thiết bị mới có thể thực hiện được.

2.5 Thí nghiệm kiểm tra ban đầu của một mạng điện

Trước khi ngành điện nối mạng để cung cấp điện, cần thiết phải có sự kiểm tra trước của các điện lực và việc kiểm tra này phải được sở điện hay các cơ quan có thẩm quyền khác tiến hành. Những thí nghiệm này được thực hiện theo các qui định địa của phương và có thể khác nhau ở các nước. Tuy nhiên về mặt nguyên tắc thì các qui định này cùng dựa trên cơ sở tuân thủ các qui định nghiêm ngặt về an toàn trong thiết kế và tính tin cậy của mạng điện.

Tiêu chuẩn IEC 364 và các tiêu chuẩn có liên quan trong quyển sách này dựa trên sự thống nhất quốc tế về những thí nghiệm nói trên, bao gồm tất cả các biện pháp an toàn và những hình thức nối mạng thực tế đã được thông qua đối với mạng dân dụng, mạng điện cho dịch vụ thương mại và mạng xí nghiệp. Tuy nhiên, nhiều xí nghiệp cần có các qui định riêng có liên quan tới các loại sản phẩm đặc biệt (xăng dầu, than, khí thiên nhiên, v.v...). Những yêu cầu riêng như vậy sẽ được bàn thêm trong quyển sách này.

Những thí nghiệm về điện trước khi đưa mạng vào hoạt động và những thanh tra tại chỗ nhằm kiểm định các công trình điện bao gồm các hoạt động sau:

- thí nghiệm kiểm tra cách điện của tất cả cáp và dây dẫn của mạng giữa các pha và giữa pha và đất;
- thí nghiệm kiểm tra tính dẫn điện và sự liền mạch của dây bảo vệ, dây đẳng thế và dây nối đất;
- thí nghiệm kiểm tra điện trở của các điện cực nối đất đối với điểm của đất có thế bằng 0;

- kiểm tra số lượng ổ cắm cho phép trên một mạch;
- kiểm tra tiết diện cắt ngang của tất cả các dây dẫn, thích ứng dòng ngắn mạch thông thường, xem xét khả năng cắt của các bảo vệ, các vật liệu và các điều kiện khác của mạng (lắp kiểu hở, trong ống dẫn v.v.);
- xác định lại việc tất cả các vỏ kim loại của thiết bị và tất cả các vật dẫn tự nhiên khác trong mạng đã được nối đất đúng;
- kiểm tra lại những khoảng cách trong các phòng tắm v.v...

Những thí nghiệm kiểm tra này là căn bản (nhưng không phải là toàn bộ) đối với những vấn đề chủ yếu của mạng. Trong khi đó những thí nghiệm và một số các quy tắc khác lại được bao hàm trong các qui định cho từng trường hợp cụ thể, ví dụ: mạng nối đất kiểu TT, TN hoặc IT, mạng có cấp cách điện là cấp II, mạch SELV và các vị trí đặc biệt khác v.v...

Mục tiêu của cuốn hướng dẫn này là chú trọng vào các khía cạnh riêng biệt của các loại mạng khác nhau và chỉ ra được các quy tắc cần thiết được xem xét, nhằm đạt được mức chất lượng thỏa đáng. Đó là các điều kiện để đảm bảo an toàn và tránh được các mối nguy hiểm khác. Những biện pháp được đưa ra trong quyển sách này nên được hiệu chỉnh (nếu cần thiết) nhằm phù hợp với những thay đổi bắt buộc theo qui định của sở điện địa phương và phù hợp với tất cả những thí nghiệm của các ban điện cũng như những yêu cầu của thanh tra điện.

2.6 Kiểm tra định kỳ mạng điện

Ở nhiều nước, tất cả mạng điện của xí nghiệp sản xuất và khu vực thương mại, các mạng điện của các tòa nhà sử dụng cho mục đích công cộng phải được các nhân viên có thẩm quyền kiểm tra theo định kỳ.

Bảng B3 trình bày số lần kiểm tra áp dụng chung với các loại mạng như sau:

Bảng B3. **Chu kỳ kiểm tra thông thường được khuyến cáo áp dụng đối với mạng cung cấp điện.**

Những mạng đòi hỏi phải có sự bảo vệ nhân viên phục vụ: - những nơi có nguy cơ xuống cấp, dễ cháy nổ; - những vị trí có mạng trung áp; - những vị trí hạn chế dẫn điện khi có các thiết bị di động nối vào; - các lưới tạm thời của công trường.	Hàng năm
Những trường hợp khác	3 năm một lần
Những mạng điện trong các tòa nhà dùng làm nơi hội họp công cộng, cần bảo vệ chống cháy và tránh sự hỗn loạn khi có sự cố	Tùy theo cách thiết kế và khả năng tiếp nhận của căn nhà, chu kỳ kiểm tra từ 1 đến 3 năm một lần
Mạng điện khu dân cư	Phụ thuộc vào qui định địa phương

2.7 Sự phù hợp (với các tiêu chuẩn và các đặc điểm kỹ thuật) của thiết bị được sử dụng trong mạng điện

Sự xác nhận tính hợp chuẩn

Sự hợp chuẩn của thiết bị có thể được kiểm chứng bằng nhiều cách.

Người ta có thể xác nhận sự hợp chuẩn của thiết bị bằng:

- ký hiệu chứng nhận sự phù hợp, được các tổ chức tiêu chuẩn thừa nhận, hoặc
- giấy xác nhận sự phù hợp do phòng thí nghiệm cấp, hoặc
- sự tuyên bố về đảm bảo chất lượng phù hợp do nhà sản xuất cấp.

Xác nhận về tính hợp chuẩn của các thiết bị

Khi các thiết bị được sử dụng bởi những người có nhiều kinh nghiệm, xác nhận về tính phù hợp với các tiêu chuẩn của các thiết bị do nhà sản xuất cung cấp (kèm theo trong tài liệu kỹ thuật của thiết bị) cùng với ký hiệu về sự đảm bảo tiêu chuẩn được gắn trên thiết bị, thường được xem là đủ để xác định tính đảm bảo hợp chuẩn của thiết bị.

Khi năng lực của nhà sản xuất không đáng tin cậy, cần có giấy xác nhận tính hợp chuẩn của thiết bị do những phòng thí nghiệm độc lập có uy tín cấp.

Ký hiệu chứng nhận hợp chuẩn

> *Các tiêu chuẩn xác định các phương pháp đảm bảo chất lượng thay đổi theo các tình huống khác nhau, hơn là theo các mức độ chất lượng khác nhau.*

Các ký hiệu về sự hợp chuẩn được gắn trên thiết bị gia dụng và những thiết bị cho người sử dụng không có chuyên môn đã có các tiêu chuẩ q, 1 bởi nhà chức trách cho phép gắn các ký hiệu hợp chuẩn.

Giấy chứng nhận đảm bảo chất lượng

Phòng thí nghiệm kiểm tra mẫu không thể nào xác nhận sự hợp chuẩn của toàn bộ quy trình sản xuất: những thí nghiệm này được gọi là thí nghiệm mẫu. Trong một vài thí nghiệm sự hợp chuẩn, các mẫu sẽ bị phá hủy (ví dụ kiểm tra cầu chì). Do đó, trên thực tế chỉ có nhà sản xuất mới có thể xác nhận rằng sản phẩm có các đặc tính như đã công bố.

Giấy chứng nhận đảm bảo chất lượng nhằm hoàn tất công bố sơ bộ về chứng nhận hợp chuẩn. Để chứng tỏ, nhà sản xuất đã thực hiện các biện pháp cần thiết để đảm bảo chất lượng sản xuất, họ phải nhận được

sự xác nhận về hệ thống kiểm soát chất lượng cho sản phẩm liên quan. Chứng nhận này do các tổ chức chuyên giám sát chất lượng cấp dựa trên tiêu chuẩn quốc tế ISO 9000 hoặc tiêu chuẩn Châu Âu tương đương EN 29000.

Những tiêu chuẩn này định rõ ba kiểu hệ thống đảm bảo chất lượng tương đương với các tình huống khác nhau chứ không theo mức độ chất lượng.

Kiểu 3 xác định tính đảm bảo chất lượng bằng cách thanh tra và kiểm soát sản phẩm cuối cùng.

Kiểu 2 bao gồm việc kiểm tra cuối cùng các sản phẩm cùng với việc kiểm tra quá trình sản xuất. Ví dụ như sản xuất cầu chì, người ta không thể kiểm tra đặc tính của nó mà không phá huỷ nó.

Kiểu 1 tương tự kiểu 2 nhưng thêm vào yêu cầu chất lượng của quá trình thiết kế phải được xem xét tỉ mỉ, nghiêm ngặt, ví dụ khi người ta không có ý định sản xuất thử và kiểm tra nguyên mẫu (trường hợp sản phẩm do khách hàng đặt mẫu được chế tạo theo các đặc điểm kỹ thuật riêng).

3. PHỤ TẢI ĐỘNG CƠ, NHIỆT VÀ CHIẾU SÁNG

Khảo sát công suất biểu kiến yêu cầu thực của các tải là bước cần thiết đầu tiên cho việc thiết kế mạng hạ thế.

Việc khảo sát các giá trị thực của nhu cầu phụ tải cho phép thiết lập:

- công suất yêu cầu được xác định rõ trong hợp đồng với ngành điện;
- công suất định mức của máy biến áp trung/ hạ thế được lắp đặt (có cho phép sự tăng phụ tải trong tương lai);
- các mức dòng điện tải tại mỗi tủ phân phối.

3.1 Động cơ cảm ứng

Công suất định mức P_n (kW) của động cơ là công suất định mức đầu ra (trên trục động cơ). Công suất biểu kiến S (kVA) là hàm của công suất đầu ra, hiệu suất và hệ số công suất của động cơ.

$$S = \frac{P_n}{\eta \cos\varphi}$$

Dòng điện yêu cầu

Dòng yêu cầu I_a, A cung cấp cho động cơ được xác định theo công thức sau:

Động cơ 3 pha $I_a = \dfrac{P_n.1000}{\sqrt{3}.U.\eta.\cos\varphi}$

Động cơ 1 pha $I_a = \dfrac{P_n.1000}{U.\eta.\cos\varphi}$

P_n: công suất định mức (kW);

U: đối với động cơ 3 pha là U dây và đối với động cơ 1 pha thì U là điện áp đặt trên đầu cực của động cơ (V) (pha - trung tính hoặc pha - pha)

η : hiệu suất của động cơ $= \dfrac{\text{công suất đầu ra kW}}{\text{công suất đầu vào kW}}$

$\cos\varphi$: hệ số công suất $= \dfrac{\text{kW đầu vào}}{\text{kVA đầu vào}}$

Dòng khởi động động cơ

Dòng điện khởi động (I_d) đối với động cơ cảm ứng 3 pha, phụ thuộc loại động cơ sẽ có các trị số sau:

+ đối với động cơ rotor lồng sóc khởi động trực tiếp

- $I_d = (4,2 \div 9)I_n$ đối với động cơ 2 cực
- $I_d = (4,2 \div 7)I_n$ đối với động cơ nhiều cực (giá trị trung bình là $6I_n$)
- I_n : dòng đầy tải của động cơ;

+ đối với động cơ rotor dây quấn và động cơ một chiều, I_d phụ thuộc vào giá trị điện trở khởi động trong mạch rotor:

C.B

- $I_d = (1,5 \div 3)I_n$ (giá trị trung bình là $2,5I_n$)

+ đối với động cơ được điều khiển bởi bộ biến tần điều khiển tốc độ (ví dụ bộ Altivar Telemecanique), nếu không có số liệu, có thể coi bộ điều khiển tốc độ làm tăng thêm công suất cần cung cấp tới động cơ khoảng 10%.

Bù công suất phản kháng (kVAr) đối với động cơ cảm ứng

> *Việc giảm dòng cung cấp cho động cơ cảm ứng thường là có lợi cả về mặt kỹ thuật lẫn kinh tế. Điều này có thể được thực hiện nhờ các tụ điện, và không ảnh hưởng đến công suất đầu ra của động cơ.*

Việc áp dụng nguyên tắc này khi vận hành động cơ cảm ứng thường có liên quan tới "cải thiện hệ số công suất" hoặc "hiệu chỉnh hệ số công suất".

Như được phân tích trong chương E, công suất biểu kiến cung cấp cho động cơ cảm ứng có thể giảm đáng kể do việc mắc song song với nó bộ tụ điện. Việc làm giảm công suất biểu kiến đầu vào làm giảm dòng điện vào động cơ (điện áp giữ nguyên). Việc bù công suất phản kháng đặc biệt đúng đắn đối với các động cơ làm việc ở chế độ dài hạn non tải.

Như đã nói trên $\cos\varphi = \dfrac{\text{kW đầu vào}}{\text{kVA đầu vào}}$, vì vậy việc giảm kVA đầu vào sẽ làm tăng (nghĩa là cải thiện) hệ số $\cos\varphi$.

Dòng cung cấp cho động cơ sau khi điều chỉnh hệ số cosφ được xác định theo công thức $I_a \times \frac{\cos\varphi}{\cos\varphi'}$; cosφ là hệ số công suất trước khi bù và cosφ' là hệ số công suất sau khi bù, I_a là dòng điện ban đầu.

Bảng các giá trị đặc trưng

Bảng B4 cho ta hàm theo công suất định mức của động cơ, các trị số dòng điện cung cấp cho các động cơ ở các mức điện áp khác nhau khi chưa được bù và sau khi được bù đến trị số cosφ = 0,93 (tgφ = 0,4).

Các giá trị này là trị số trung bình và sẽ khác nhau tùy theo loại động cơ và các hãng sản xuất khác nhau.

Ghi chú: các trị số điện áp định mức của các tải liệt kê trong bảng B4 vẫn dựa trên mức 220/380V, tiêu chuẩn quốc tế hiện nay (từ năm 1983) là 230/400V.

Để chuyển đổi trị số dòng được cho của các động cơ ở cấp 220V và 380V sang dòng ở cấp điện áp 230V và 400V bằng cách nhân với hệ số 0,95.

3.2 Động cơ điện một chiều

Động cơ điện một chiều chủ yếu được sử dụng cho các ứng dụng đặc biệt, như khi có yêu cầu về mômen lớn hoặc cần điều chỉnh tốc độ (ví dụ các máy công cụ và máy ép v.v..).

Điện được cung cấp tới các động cơ này thông qua bộ biến đổi (converter) điều khiển tốc độ, lấy nguồn 3 pha 230/400V; ví dụ bộ Rectivar 4 (Telemecanique).

Nguyên tắc làm việc của bộ biến đổi không cho phép quá tải nặng. Bộ điều khiển tốc độ, đường dây cấp nguồn và mạch bảo vệ được tính toán dựa trên chu kỳ công tác của động cơ (ví dụ tần số xuất hiện dòng khởi động đỉnh) thay vì dựa trên dòng đầy tải ở trạng thái xác lập của động cơ.

Bảng B4. **Công suất và dòng của các động cơ cảm ứng tiêu biểu.**

Công suất định mức P_n		η	Không bù								Có bù								
			cosφ với P_n	P_a	dòng ở các mức điện áp						cosφ với P_n	công suất tụ	P_a	dòng ở các mức điện áp					
					1 pha	3 pha								1 pha	3 pha				
					220V	220V	380V	440V	500V	660V				220V	220V	380V	440V	500V	660V
kW	HP	%		kVA	A	A	A	A	A	A		kVAr	kVA	A	A	A	A	A	A
0,37	0,5	64	0,73	0,79	3,6	1,8	1,03	0,99	0,91	0,6	0,93	0,31	0,62	2,8	1,4	0,8	0,77	0,71	0,47
0,55	0,75	68	0,75	1,1	4,7	2,75	1,6	1,36	1,21	0,9	0,93	0,39	0,87	3,8	2,2	1,3	1,1	1	0,72
0,75	1	72	0,75	1,4	6	3,5	2	1,68	1,5	1,1	0,93	0,48	1,1	4,8	2,8	1,6	1,3	1,2	0,88
1,1	1.5	75	0,79	1,9	8,5	4,4	2,6	2,37	2	1,5	0,93	0,53	1,6	7,2	3,7	2,2	2	1,7	1,3
1,5	2	78	0,80	2,4	12	6,1	3,5	3,06	2,6	2	0,93	0,67	2,1	10,3	5,2	3	2,6	2,2	1,7
2,2	3	79	0,80	3,5	16	8,7	5	4,42	3,8	2,8	0,93	0,99	3	13,7	7,5	4,3	3,8	3,3	2,4
3	4	81	0,80	4,6	21	11,5	5,6	5,77	5	3,8	0,93	1,31	4	18	9,9	5,7	5	4,3	3,3
3,7	5	82	0,80	5,6	25	13,5	7,7	7,1	5,9	4,4	0,93	1,59	4,8	22	11,6	6,6	6,1	5,1	3,8
4	5,5	82	0,80	6,1	26	14,5	8,5	7,9	6,5	4,9	0,93	1,74	5,2	22	12,5	7,3	6,8	5,6	4,2
5,5	7,5	84	0,83	7,9	35	20	11,5	10,4	9	6,6	0,93	1,80	7	31	17,8	10,6	9,3	8	5,9
7,5	10	85	0,83	10,6	47	27	15,5	13,7	12	8,9	0,93	2,44	9,5	42	24	13,8	12,2	10,7	7,9
9	12	86	0,85	12,3	-	32	18,5	16,9	13,9	10,6	0,93	2,4	11,3	-	29	16,9	15,4	12,7	9,7
10	13,5	86	0,85	13,7	-	35	20	17,9	15	11,5	0,93	2,6	12,5	-	32	18	16,4	13,7	10,5
11	15	87	0,86	14,7	-	39	22	20,1	18,4	14	0,93	2,50	13,6	-	36	20	19	17	13
15	20	88	0,86	19,8	-	52	30	26,5	23	17,3	0,93	3,37	18,3	-	48	28	25	21	16
18,5	25	89	0,86	24,2	-	64	37	32,8	28,5	21,3	0,93	4,12	22,4	-	59	34	30	26	20
22	30	89	0,86	28,7	-	75	44	39	33	25,4	0,93	4,89	26,6	-	69	41	36	31	23
25	35	89	0,86	33	-	85	52	45,3	39,4	30,3	0,93	5,57	30	-	79	48	42	36	28
30	40	89	0,86	39	-	103	60	51,5	45	34,6	0,93	6,68	36	-	95	55	48	42	32
33	45	90	0,86	43	-	113	68	58	50	39	0,93	7,25	39	-	104	63	54	46	36

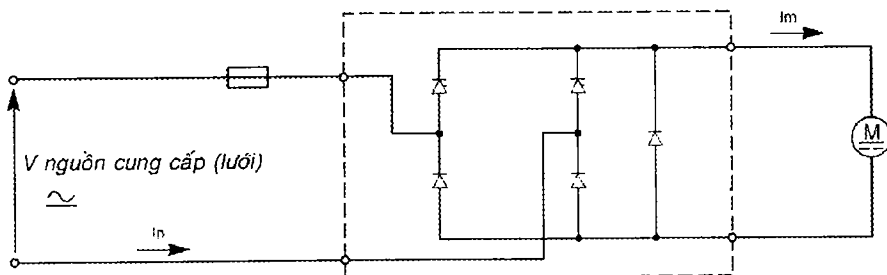
Tiếp bảng B4

37	50	90	0,86	48	-	126	72	64	55	42	0,93	8,12	44	-	117	67	59	51	39
40	54	91	0,86	51	-	134	79	67	60	44	0,93	8,72	47	-	124	73	62	55	41
45	60	91	0,86	57	-	150	85	76	65	49	0,93	9,71	53	-	139	79	70	60	45
51	70	91	0,86	65	-	170	98	83	75	57	0,93	11,10	60	-	157	91	77	69	53
55	75	92	0,86	70	-	182	105	90	80	61	0,93	11,89	64	-	168	97	83	74	56
59	80	92	0,87	74	-	195	112	97	85	66	0,93	10,98	69	-	182	105	91	80	62
63	85	92	0,87	79	-	203	117	109	89	69	0,93	11,66	74	-	190	109	102	83	65
75	100	92	0,87	94	-	240	138	125	105	82	0,93	13,89	88	-	2285	129	117	98	77
80	110	92	0,87	100	-	260	147	131	112	86	0,93	14,92	93	-	243	138	123	105	80
90	125	92	0,87	112	-	295	170	146	129	98	0,93	16,80	105	-	276	159	137	121	92
100	136	92	0,87	125	-	325	188	162	143	107	0,93	18,69	117	-	304	176	152	134	100
110	150	93	0,87	136	-	356	205	178	156	118	0,93	20,24	127	-	333	192	167	146	110
129	175	93	0,87	159	-	420	242	209	184	135	0,93	23,84	149	-	393	226	196	172	126
132	180	94	0,87	161	-	425	245	215	187	140	0,93	24	151	-	398	229	201	175	131
140	190	94	0,87	171	-	450	260	227	200	145	0,93	25,55	160	-	421	243	212	187	136
147	200	94	0,87	180	-	472	273	236	207	152	0,93	26,75	168	-	442	255	221	194	142
150	205	94	0,87	183	-	483	280	246	210	159	0,93	27,26	172	-	452	262	230	196	149
160	220	94	0,87	196	-	520	300	256	220	170	0,93	29,15	183	-	486	281	239	206	159
180	245	94	0,87	220	-	578	333	289	254	190	0,93	32,76	206	-	541	312	270	238	178
185	250	94	0,87	226	-	595	342	295	263	200	0,93	33,79	212	-	557	320	276	246	187
200	270	94	0,88	242	-	626	370	321	281	215	0,93	30,78	229	-	592	350	304	266	203
220	300	94	0,88	266	-	700	408	353	310	235	0,93	33,81	252	-	662	386	334	293	222
250	340	94	0,88	302	-	800	460	401	360	274	0,93	38,44	286	-	757	435	379	341	259
257	350	94	0,88	311	-	826	475	412	365	280	0,93	39,45	294	-	782	449	390	345	265
280	380	95	0,88	335	-	900	510	450	400	305	0,93	42,63	317	-	852	483	426	378	289
295	400	95	0,88	353	-	948	546	473	416	320	0,93	44,80	334	-	897	517	448	394	303

Tiếp bảng B4

300	410	95	0,88	359	-	980	565	481	420	325	0,93	45,66	339	-	927	535	455	397	306
315	430	95	0,88	377	-	990	584	505	445	337	0,93	47,98	356	-	937	553	478	421	319
335	450	95	0,88	401	-	1100	620	518	472	365	0,93	51	379	-	1041	587	490	447	336
355	480	95	0,88	425	-	1150	636	549	500	370	0,93	54	402	-	1088	602	519	473	350
375	500	95	0,88	449	-	1180	670	575	527	395	0,93	57,1	424	-	1117	634	544	499	374
400	545	95	0,88	478	-	1250	710	611	540	410	0,93	60,84	453	-	1183	672	578	511	388
425	580	95	0,88	508	-	1330	760	650	574	445	0,93	64,60	481	-	1258	719	615	543	420
445	600	95	0,88	532	-	1400	790	680	595	455	0,93	67,63	504	-	1325	748	643	563	431
450	610	95	0,88	538	-	1410	800	690	608	460	0,93	68,50	509	-	1334	757	653	575	435
475	645	95	0,88	568	-	1490	850	730	645	485	0,93	70,40	538	-	1410	804	691	610	459
500	680	95	0,88	598	-	1570	900	780	680	515	0,93	72,26	566	-	1486	852	738	643	487
530	720	95	0,88	634	-	1660	950	825	720	545	0,93	80,64	600	-	1571	899	781	681	516
560	760	95	0,88	670	-	1760	1000	870	760	575	0,93	85,12	634	-	1665	946	823	719	544
600	810	95	0,88	718	-	1880	1090	920	830	630	0,93	91,33	679	-	1779	1031	871	785	596
630	855	95	0,88	754	-	1980	1100	965	850	645	0,93	95,81	713	-	1874	1041	913	804	610
670	910	95	0,88	801	-	2100	1200	1020	910	690	0,93	101,88	758	-	1987	1135	965	861	653
710	965	95	0,88	849	-	-	1260	1075	960	725	0,93	107,95	804	-	-	1192	1017	908	686
750	1020	95	0,88	897	-	-	1350	1160	1020	770	0,93	114	849	-	-	1277	1098	965	729
800	1090	95	0,88	957	-	-	1450	1250	1100	830	0,93	121,68	905	-	-	1372	1183	1041	785
900	1220	95	0,88	1076	-	-	1610	1390	1220	925	0,93	136,86	1019	-	-	1523	1315	1154	875
1100	1500	95	0,88	1316	-	-	1980	1700	1500	1140	0,93	167,35	1245	-	-	1874	1609	1419	1079

Đối với động cơ có công suất ≤ 40 kW, người ta giải quyết vấn đề này bằng cách thay thế bộ điều khiển tốc độ bằng bộ biến tần và động cơ không đồng bộ. Các bộ này còn được dùng cho các bộ khởi động tuần tự hoặc bộ làm chậm (retarder).



Hình B5. Sơ đồ khối điều khiển tốc độ động cơ công suất nhỏ.

Bảng B6. Các bộ khởi động tuần tự với điện áp tăng dần

Công suất lớn nhất của động cơ 220V kW	380V kW	415V kW	440V (60Hz) kW	Dòng định mức I_n động cơ, A	I_{th} Gradivar, A	Số catalogue	Trọng lượng, kG
1,5	3	3,3	-	7	10	VR2-SA 2121	1,95
-	-	-	3,5	7	10	VR2-SA 2123	1,95
4	5,5	6	-	12	20	VR2-SA 2171	3,10
-	-	-	6,5	12	20	VR2-SA 2173	3,10
5,5	7,5	8	-	16	30	VR2-SA 2211	4,90
-	-	-	8,5	16	30	VR2-SA 2213	4,90
11	18,5	20	-	37	60	VR2-SA 2281	5,30
-	-	-	21,5	37	60	VR2-SA 2283	5,30
18,5	30	33	-	60	100	VR2-SA 2361	5,30
-	-	-	35	60	100	VR2-SA 2363	5,30
22	37	40	-	72	130	VR2-SA 2401	5,40
-	-	-	42	72	130	VR2-SA 2403	5,40
-	55	60	-	105	200	VR2-SA 2441	10,00
-	-	-	63	105	200	VR2-SA 2443	10,00

Bảng B7. Các bộ khởi động tuần tự với bộ giới hạn dòng

Công suất lớn nhất của động cơ 220V kW	 380V kW	 415V kW	 440V (60Hz) kW	Dòng định mức I_n của động cơ A	I_{th} Gradivar A	Số catalogue	Trọng lượng, kG
4	5,5	6	-	12	20	VR2-SA 3171	3,30
-	-	-	6,5	12	20	VR2-SA 3173	3,30
5,5	7,5	8	-	16	30	VR2-SA 3211	5,10
-	-	-	8,5	16	30	VR2-SA 3213	5,10
11	18,5	20	-	37	60	VR2-SA 3281	5,50
-	-	-	21,5	37	60	VR2-SA 3283	5,50
18,5	30	33	-	60	100	VR2-SA 3361	5,50
-	-	-	35	60	100	VR2-SA 3363	5,50
22	37	40	-	72	130	VR2-SA 3401	5,60
-	-	-	42	72	130	VR2-SA 3403	5,60
-	55	60	-	105	200	VR2-SA 3441	11,00
-	-	-	63	105	200	VR2-SA 3443	11,00
-	75	80	-	140	350	VR2-SA 3481	45,00
-	-	-	90	140	350	VR2-SA 3483	45,00
-	132	140	-	245	530	VR2-SA 3521	45,00
-	-	-	147	245	530	VR2-SA 3523	45,00

C.B

3.3 Các thiết bị nhiệt kiểu điện trở và đèn nung sáng (loại halogen hoặc thông dụng)

Công suất tiêu thụ của đèn nung sáng và thiết bị nhiệt bằng với công suất định mức P_n do nhà sản xuất cung cấp ($\cos\varphi = 1$)

Dòng được tính theo công thức:

- trường hợp 3 pha $I_a = \dfrac{P_n}{\sqrt{3}U}$ I_a (A); P_n(W); U(V)
- trường hợp 1 pha $I_a = \dfrac{P_n}{U}$

U - điện áp ở các đầu cực của thiết bị.

Đối với đèn nung sáng, việc sử dụng khí halogen cho phép nguồn sáng được tăng cường hơn. Ánh sáng phát ra tốt hơn và tuổi thọ của đèn tăng gấp đôi.

Ghi chú: ở thời điểm mở công tắc đèn, dây tóc ở trạng thái nguội chịu sự tăng vọt dòng tới trị số đỉnh nhưng chỉ trong thời gian rất ngắn.

Bảng B8. Dòng điện yêu cầu của phụ tải đốt nóng kiểu điện trở và đèn nung sáng (đèn halogen hoặc loại thông dụng)

Công suất động cơ	Dòng yêu cầu			
	1 pha	1 pha	3 pha	3pha
kW	127V	230V	230V	400V
0,1	0,79	0,43	0,25	0,14
0,2	1,58	0,87	0,50	0,29
0,5	3,94	2,17	1,26	0,72
1	7,9	4,35	2,51	1,44
1,5	11,8	6,52	3,77	2,17
2	15,8	8,70	5,02	2,89
2,5	19,7	10,9	6,28	3,61
3	23,6	13	7,53	4,33
3,5	27,6	15,2	8,72	5,05
4	31,5	17,4	10	5,77
4,5	35,4	19,6	11,3	6,5
5	39,4	21,7	12,6	7,22
6	47,2	26,1	15,1	8,66
7	55,1	30,4	17,6	10,1
8	63	34,8	20,1	11,5
9	71	39,1	22,6	13
10	79	43,5	25,1	14,4

Công suất được ghi trên bóng đèn không bao gồm công suất của ballast.

Dòng sẽ là: $I_a = \dfrac{P_{ballast} + P_n}{U \times \cos\varphi}$

Nếu không cho biết công suất của ballast, có thể lấy bằng 25%P_n

Các loại đèn ống huỳnh quang chuẩn

Công suất P_n (W) ghi trên ống của đèn huỳnh quang không bao gồm công suất tiêu thụ trên ballast.

Dòng điện với đầy đủ các phần tử của mạch được tính toán như sau:

$$I_a = \frac{P_{ballast} + P_n}{U \times \cos\varphi}$$

U: điện áp đặt lên đèn với đầy đủ các thiết bị có liên quan khác

- $\cos\varphi = 0{,}6$ khi không có tụ bù $\cos\varphi$
- $\cos\varphi = 0{,}86$ nếu có tụ bù $\cos\varphi$ (đèn đơn hoặc đôi)
- $\cos\varphi = 0{,}96$ nếu dùng ballast điện tử

Nếu không cho trị số công suất tiêu thụ của ballast, có thể lấy trị số này khoảng 25% công suất P_n.

Bảng B10 cung cấp các thông số đối với ballast khác nhau.

Đèn ống huỳnh quang compact

Đèn ống huỳnh quang compact có cùng đặc tính về kinh tế và tuổi thọ như các loại đèn ống cổ điển.

Chúng thường được sử dụng nơi công cộng, cần được chiếu sáng thường xuyên (ví dụ ở hành lang, quầy rượu, phòng ngoài, v.v...) và có thể được lắp khi không sử dụng được loại đèn nung sáng.

Bảng B10. Dòng điện yêu cầu và công suất tiêu thụ của các loại đèn ống huỳnh quang có kích thước khác nhau (ở 220V/240V, 50Hz)

Cách sắp xếp đèn, starter và ballast	Công suất của ống(1)	Công suất tiêu thụ	Dòng (A) ở 220/240V			Chiều dài ống (cm)
			chưa hiệu chỉnh hệ số công suất	đã hiệu chỉnh hệ số công suất	ballast điện tử	
Ống đơn với starter	18 36 58	27 45 69	0,37 0,43 0,67	0,19 0,24 0,37		60 120 150
Ống đơn không có starter(2), khởi động bằng mạch ngoài	20 40 65	33 54 81	0,41 0,45 0,80	0,21 0,26 0,41		60 120 150
Đèn ống đôi có starter	2x18 2x36 2x58	55 90 138		0,27 0,46 0,72		60 120 150
Đèn ống đôi không starter	2x40	108		0,49		120
Đèn đôi với ballast tần số cao cosφ = 0,96	32 50	36 56			0,16 0,25	120 150
Đèn đôi với ballast tần số cao cosφ = 0,96	2x32 2x50	72 112			0,33 0,50	120 150

(1) công suất ghi trên đèn (W)

(2) dùng khi có thao tác bảo trì

Bảng B11. Dòng yêu cầu và công suất tiêu thụ của đèn huỳnh quang compact (ở 220V/240V - 50Hz)

Loại đèn		Công suất đèn (W)	Công suất tiêu thụ (W)	Dòng ở 220/240V (A)
Đèn hình cầu với ballast dạng xung $\cos\varphi = 0,5$[1]		9	9	0,090
		13	13	0,115
		18	18	0,160
		25	25	0,205
Đèn điện tử $\cos\varphi = 0,95$		9	9	0,070
		11	11	0,090
		15	15	0,135
		20	20	0,155
Đèn với bộ khởi động (không có ballast)	loại đơn hình "U", $\cos\varphi = 0,35$	5	10	0.185
		7	11	0,175
		9	13	0,170
		11	15	0,155
	loại kép hình "U", $\cos\varphi = 0,45$	10	15	0,190
		13	18	0,165
		18	23	0,220
		26	31	0,315

(1) $\cos\varphi$ gần bằng 0,95 (dòng và áp gần trùng pha) nhưng hệ số công suất là 0,5 do dạng xung của dòng, đỉnh của nó xuất chậm ở nửa chu kỳ điện.

3.5 Đèn phóng điện

> *Công suất được cho trên vỏ của đèn phóng điện không bao gồm công suất của ballast.*

Những loại đèn này dựa trên hiện tượng phát sáng khi phóng điện xuyên qua chất khí hoặc hơi của hỗn hợp bột kim loại được đựng trong vỏ trong suốt hàn kín, không cho phép không khí lọt vào và áp suất trong vỏ này được xác định trước.

Những loại đèn này có thời gian khởi động dài, trong khi khởi động có dòng I_a lớn hơn dòng định mức I_n. Công suất và dòng điện yêu cầu của các loại đèn khác nhau được cho trong bảng B12 (trị số này có thể thay đổi chút ít tùy theo các nhà sản xuất khác nhau).

Bảng B12 cho dòng của bộ đèn bao gồm cả các thiết bị phụ trợ.

Bảng B12. Dòng yêu cầu của đèn phóng điện

loại đèn	công suất yêu cầu ở	dòng		Khởi động		Hiệu suất chiếu sáng lumen	Tuổi thọ trung bình của đèn (h)	Phạm vi sử dụng
W	230V 400V	230V 400V	230V 400V	I_a/I_n	chu kỳ			
Đèn hơi natri cao áp								
50	60	0,76	0,3	1,4 ÷ 1,6	4 ÷ 6	80 ÷ 120	9000	- Chiếu sáng ở phòng họp lớn - Chiếu sáng ngoài trời công cộng
70	80	1	0,45					
100	115	1,2	0,65					
150	168	1,8	0,85					
250	274	3	1,4					
400	431	4,4	2,2					
1000	1055	10.45	4.9					
Đèn hơi natri thấp áp								
Đèn tiêu chuẩn								
18	26,5		0,14	1,1 ÷ 1,3	7 ÷ 15	100 ÷ 200	8000 ÷ 12000	- Chiếu sáng đường ôtô - Chiếu sáng sự cố, sân ga, kho hàng
35	43,5	0,62	0,24					
55	72		0,34					
90	112	0,84	0,50					
135	159		0,73					
180	216		0,98					
Đèn kiểu tiết kiệm								
26	34,5	0,45	0,17	1,1 ÷ 1,3	5 ÷ 15	100 ÷ 200	8000 ÷ 12000	Những loại mới có hiệu suất cao hơn với cùng ứng dụng
36	46,5		0,22					
66	80,5		0,39					
91	105,5		0,49					
131	154		0,69					
Hơi thủy ngân + halide kim loại (còn được gọi là metaliodide)								
70	80,5	1	0,40	1,7	3 ÷ 5	70 ÷ 90	6000	Chiếu sáng ở nơi rất rộng. Ví dụ: sân vận động v.v.
150	172	1,80	0,88				6000	
250	276	2,10	1,35				6000	
400	425	3,40	2,15				6000	
1000	1064	8,25	5,30				6000	
2000	2092 2052	16,50 8,60	10,50 6				2000	
Hơi thủy ngân + phụ gia huỳnh quang (đèn huỳnh quang)								
50	57	0,6	0,3	1,7 ÷ 2	3 ÷ 6	40 ÷ 60	8000 ÷ 12000	- Phân xưởng sản xuất có trần rất cao - Chiếu sáng ngoài trời - Độ chiếu sáng thấp (1)
80	90	0,8	0,45					
125	141	1,15	0,70					
250	268	2,15	1,35					
400	421	3,25	2,15					
700	731	5,4	3,35					
1000	1046	8,25	5,30					
2000	2140 2080	15	11 6,1					

(1) được thay bằng đèn hơi natri.

Các ghi chú bảng B12:

- Những loại đèn này rất nhạy với sự sụt điện áp .Khi U giảm thấp U <= 50% điện áp định mức, chúng sẽ tắt và sẽ không mồi trở lại trước khi được để nguội 4 phút.

- Đèn hơi natri áp suất thấp có hiệu suất chiếu sáng cao hơn (đứng đầu) so với các nguồn khác. Tuy nhiên, đèn này bị cấm sử dụng sử dụng số nơi do ảnh hưởng tới màu sắc phân biệt của các vật được chiếu sáng (do ánh sáng của nó màu vàng cam).

Công suất tính bằng Watt được ghi trên ống đèn của loại đèn phóng điện không bao gồm công suất của ballast.

4. CÔNG SUẤT* TẢI CỦA LƯỚI

Để tính toán thiết kế điện, trước hết cần xác định nhu cầu tải thực tế lớn nhất.

Chỉ dựa trên việc cộng số học của tổng tải có trên lưới sẽ dẫn tới kết quả không kinh tế và kém về mặt kỹ thuật.

Mục đích của chương này là chỉ ra cách gán các giá trị hệ số không đồng thời và hệ số sử dụng trong việc tính phụ tải hiện hữu và thiết kế. Các hệ số không đồng thời tính đến sự vận hành không đồng thời của các thiết bị trong nhóm. Còn hệ số sử dụng thể hiện sự vận hành thường không đầy tải. Các giá trị của các hệ số này có được dựa trên kinh nghiệm và thống kê từ các lưới hiện có. Ngoài việc cung cấp thông số thiết kế mạng cơ bản cho các mạch riêng, các kết quả sẽ cho giá trị chung của mạng, từ đó ta có thể xác định các yêu cầu của hệ thống cung cấp (lưới, biến áp HV/LV, máy phát).

* Từ "công suất" ở đây có nghĩa chung, bao gồm công suất tác dụng (kW), biểu kiến (kVA), phản kháng (kVAr). Khi từ "công suất" được dùng mà không có ghi chú, sẽ hiểu là chỉ công suất tác dụng (kW). Tải được xác định qua hai đại lượng:

- công suất
- công suất biểu kiến

$$\text{Tỉ số } \frac{\text{công suất}}{\text{công suất biểu kiến}} = \text{hệ số công suất}$$

4.1 Công suất đặt (kW)

> *Công suất đặt là tổng công suất định mức của các thiết bị tiêu thụ điện trong mạng. Đây không phải là công suất thực cần được cung cấp.*

Hầu hết các thiết bị đều có nhãn ghi công suất định mức của mình (P_n).

Công suất đặt là tổng của các công suất định mức của tất cả các thiết bị tiêu thụ điện trong mạng. Đây không phải là công suất tiêu thụ thực tế.

Với động cơ, công suất định mức là công suất đầu ra trên trục động cơ. Công suất tiêu thụ đầu vào rõ ràng sẽ lớn hơn (xem 3.1).

Các đèn huỳnh quang và phóng điện có ballast có công suất định mức ghi trên đèn. Công suất này nhỏ hơn công suất tiêu thụ bởi đèn và ballast (xem 3.4).

Phương pháp xác định công suất tiêu thụ thực của động cơ và đèn được trình bày ở mục 3 của chương này.

Công suất yêu cầu (kW) là đại lượng cần thiết để chọn công suất định mức của máy phát hoặc ăcqui hoặc cho những lưới có các động cơ sơ cấp.

Với mạng hạ áp công cộng hoặc qua biến áp trung/hạ (biến áp phân phối), đại lượng quan trọng là công suất biểu kiến (kVA).

4.2 Công suất đặt biểu kiến (kVA)

Công suất đặt biểu kiến thường là tổng số học (kVA) của các tải riêng biệt. Phụ tải tính toán (kVA) sẽ không bằng tổng công suất đặt.

Công suất biểu kiến yêu cầu của một tải (có thể là một thiết bị) được tính từ công suất định mức của nó (nếu cần, có thể phải hiệu chỉnh như đã nói ở trên đối với các động cơ) và sử dụng các hệ số sau:

C.B

$$\eta = \text{hiệu suất} = \frac{\text{kW đầu ra}}{\text{kW đầu vào}}$$

$$\cos\varphi = \text{hệ số công suất} = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}}$$

Công suất biểu kiến yêu cầu của tải:

$$P_a = \frac{P_n}{\eta \times \cos\varphi}$$

Từ giá trị này, dòng đầy tải Ia(A)* sẽ là:

$$I_a = \frac{P_a.10^3}{V} \text{ cho tải một pha}$$

$$I_a = \frac{P_a.10^3}{\sqrt{3} \times U} \text{ cho tải 3 pha cân bằng}$$

với V - điện áp pha -trung tính (V)

U - điện áp dây (V)

Thực ra thì tổng số kVA không phải là tổng số học các công suất biểu kiến của từng tải (trừ khi có cùng hệ số công suất). Kết quả thu được do đó, sẽ lớn hơn giá trị thật 1 khoảng "sai số thiết kế". Nhưng trong thiết kế, điều này là chấp nhận được.

* chính xác hơn cần tính đến sự mang tải lớn nhất như sẽ giải thích ở mục 4.3.

Khi không biết được đặc tính của tải, các giá trị ở bảng B13 có thể cho phép đánh giá gần đúng số VA yêu cầu (từng tải là rất nhỏ nên

không thể biểu diễn ở kVA hoặc kW). Các suất phụ tải chiếu sáng được dựa trên sàn 500 m^2.

Bảng B13. **Suất phụ tải biểu kiến**

Chiếu sáng bằng đèn huỳnh quang (bù cosφ tới trị = 0,86)		
Dạng tải	Suất tải (VA/m^2) đèn huỳnh quang với máng đèn công nghiệp (1)	Độ rọi trung bình (lux = lm/m^2)
Đường và xa lộ, kho, công việc không liên tục	7	150
Công việc nặng như: chế tạo và lắp ráp các thiết bị có kích thước lớn	14	300
Công việc hành chính: văn phòng	24	500
Công việc chính xác: - vẽ thiết kế - chế tạo, lắp ráp chính xác cao	41	800

Mạch động lực	Suất phụ tải (VA/m^2)
Dạng tải	
- Trạm bơm khí nén	3 đến 6
- Quạt thông gió	23
- Lò sưởi : nhà riêng căn hộ	115 đến 146 90
Văn phòng	25
Xưởng kho bãi	50
Xưởng lắp ráp	70
Xưởng chế tạo máy	300
Xưởng sơn	350
Xưởng xử lý nhiệt	700

(1) ví dụ : đèn ống 65W (không kể ballast), quang thông 5100 lm, hiệu suất chiếu sáng 78,5 lm/W.

4.2 Tính toán công suất kVA lớn nhất yêu cầu thực

Tất cả các tải riêng biệt thường không vận hành hết công suất định mức ở cùng một thời điểm. Hệ số ku và ks cho phép xác định công suất và công suất biểu kiến lớn nhất dùng để định kích cỡ của mạng.

C.B

Hệ số sử dụng lớn nhất (ku) (*)

Trong điều kiện vận hành bình thường, công suất tiêu thụ thực của thiết bị thường bé hơn trị định mức của nó. Do đó hệ số sử dụng ku được dùng để đánh giá trị công suất tiêu thụ thực. Hệ số này cần được áp dụng cho từng tải riêng biệt (nhất là cho các động cơ vì chúng hiếm khi chạy đầy tải).

Trong mạng công nghiệp, hệ số này ước chừng là 0,75 cho động cơ. Với đèn dây tóc, nó bằng 1. Với ổ cắm, hệ số này phụ thuộc hoàn toàn dạng thiết bị cắm vào ổ.

(*) Hệ số này khác với hệ số sử dụng trong các tài liệu khác - Người dịch

Hệ số đồng thời (ks)

Thông thường thì sự vận hành đồng thời của tất cả các tải có trong một lưới điện là không bao giờ xảy ra. Hệ số đồng thời (ks) sẽ được dùng để đánh giá phụ tải.

Hệ số ks thường được dùng cho một nhóm tải (được nối cùng tủ phân phối hoặc tủ phân phối phụ).

Việc xác định ks đòi hỏi sự hiểu biết chi tiết của người thiết kế về mạng và điều kiện vận hành của từng tải riêng biệt trong mạng. Do vậy, khó mà có thể cho giá trị chính xác cho mọi trường hợp.

Hệ số ks cho chung cư

Một vài giá trị điển hình ks trong trường hợp này được cho trong bảng B14 và được áp dụng cho tải dân dụng 230/400 V (3 pha 4 dây). Trong trường hợp có dùng thiết bị sưởi ấm bằng điện, hệ số ks sẽ bằng 0,8 và không phụ thuộc vào số hộ tiêu thụ.

Ví dụ

Tòa nhà 5 tầng, có 25 hộ, mỗi hộ có công suất đặt là 6 kVA. Tổng công suất đặt của tòa nhà là:

$$36 + 24 + 30 + 36 + 24 = 150 \text{ kVA}$$

Công suất biểu kiến yêu cầu của tòa nhà: 150 x 0,46 = 69 kVA

Từ bảng B14, có thể xác định được dòng trong từng phân đoạn khác nhau trên cùng một đường cung cấp chính cho các tầng. Tiết diện dây dẫn chính đi từ mặt đất lên cao sẽ bị giảm dần.

Ít nhất cứ cách 3 tầng lại có sự thay đổi kích cỡ dây

Trong ví dụ, dòng đầu vào ở tầng trệt là:

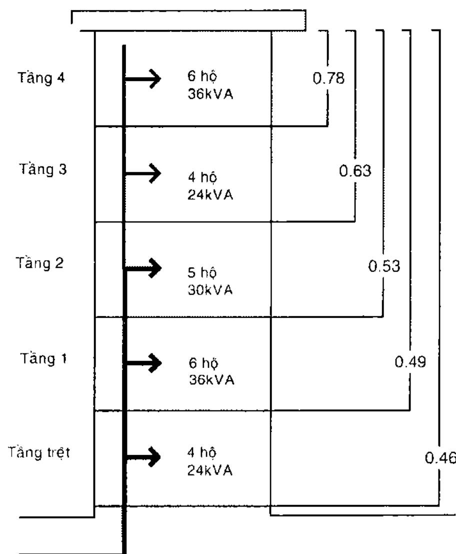
$$\frac{150 \times 0{,}46 \times 10^3}{400 \times \sqrt{3}} = 100\text{A}$$

Dòng tới tầng 3 là:

$$\frac{(36+24) \times 0{,}63 \times 10^3}{400 \times \sqrt{3}} = 55\text{A}$$

Bảng B14. **Hệ số đồng thời trong chung cư**

Số hộ tiêu thụ	Hệ số đồng thời (ks)
2 đến 4	1
5 đến 9	0.78
10 đến 14	0,63
15 đến 19	0,53
20 đến 24	0,49
25 đến 29	0,46
30 đến 34	0,44
35 đến 39	0,42
40 đến 49	0,41
50 và hơn nữa	0,40



Hình B15. Ví dụ ks cho một chung cư 5 tầng.

Hệ số đồng thời cho tủ phân phối

Bảng B16 cho các giá trị giả thiết ks của tủ phân phối cung cấp điện cho một số mạch (mà không có thêm thông tin về cách phân chia tải giữa chúng)

Nếu các mạch chủ yếu là cho chiếu sáng, có thể coi ks gần bằng 1

Bảng B16. **Hệ số đồng thời cho tủ phân phối (IEC 439).**

Số mạch	Hệ số ks
2 và 3 (tủ được kiểm nghiệm toàn bộ)	0,9
4 và 5	0,8
6 đến 9	0,7
10 và lớn hơn	0,6
tủ được thí nghiệm từng phần trong mỗi trường hợp được chọn	1,0

C.B

Hệ số đồng thời theo chức năng của mạch

Hệ số ks dùng cho các mạch cung cấp điện cho các tải thông dụng được cho trong bảng B17.

Bảng B17. **Hệ số ks theo các chức năng của mạch.**

Chức năng mạch	Hệ số ks
- Chiếu sáng	1
- Sưởi và máy lạnh	1
Ổ cắm	0,1 tới 0,2 (1)
Thang máy (2) và cẩu	
- cho động cơ mạnh nhất	1
- cho động cơ mạnh thứ nhì	0,75
- cho các động cơ khác	0,6

(1) trong vài trường hợp, nhất là trong lưới công nghiệp, hệ số này có giá trị lớn hơn

(2) dòng được lưu ý bằng dòng định mức của động cơ và tăng thêm một trị bằng 1/3 dòng khởi động của nó.

4.4 Ví dụ sử dụng các hệ số ku và ks

Ví dụ tính toán nhu cầu kVA thực cực đại ở mọi mức của mạng, từ mỗi vị trí tải tới nguồn cung cấp.

Trong ví dụ này, tổng công suất đặt là 126,6 kVA còn phụ tải thực là 65kVA (tại thanh cái hạ áp của biến áp trung/hạ)

Lưu ý: để chọn kích cỡ dây của mạch phân phối, dòng (A) sẽ được xác định theo công thức:

$$I = \frac{kVA \times 10^3}{U\sqrt{3}}$$

với kVA là tải thực (3 pha);

U- điện áp dây (V).

Bảng B18. **Ví dụ tính tải dự kiến lớn nhất của mạng (các giá trị hệ số chỉ để minh hoạ)**

Loại ứng dụng			Công suất biểu kiến kVA	Hệ số sử dụng max	Công suất biểu kiến yêu cầu	Hệ số đồng thời	Công suất biểu kiến, kVA	Hệ số đồng thời	Công suất biểu kiến, kVA	Hệ số đồng thời	Công suất biểu kiến, kVA
Xưởng A	máy tiện	n1	5	0,8	4	hộp phân phối 0,75	14,4	tủ phân xưởng A 0,9	18,9	tủ phân phối chính 0,9	65 (LV/HV)
		n2	5	0,8	4						
		n3	5	0,8	4						
		n4	5	0,8	4						
	máy khoan	n1	2	0,8	1,6						
		n2	2	0,8	1,6						
5 ổ cắm ngoài 10/16A			18	1	18	0,2	3,6				
30 đèn huỳnh quang			3	1	3	1	3				
Xưởng B	máy nén		15	0,8	12	1	12	tủ phân xưởng B 0,9	15,6		
3 ổ cắm ngoài 10/16A			10,6	0,8	10,6	0,4	4,3				
10 đèn huỳnh quang			1	1	1	1	1				
Xưởng C	quạt	n1	2,5	1	2,5	hộp phân phối 1	35	tủ phân xưởng C 0,9	37,8		
		n2	2,5	1	2,5						
	lò	n1	15	1	15						
		n2	15	1	15						
5 ổ cắm ngoài 10/16A			18	1	18	0,28	5				
20 đèn huỳnh quang			2	1	2	1	2				

LV - hạ áp; HV - trung áp

4.5 Hệ số không đồng thời

Hệ số này (như tiêu chuẩn IEC định nghĩa) giống như hệ số ks. Theo một vài quốc gia nói tiếng Anh thì hệ số không đồng thời bằng nghịch đảo của ks (nghĩa là ≥ 1).

4.6 Chọn lựa công suất định mức máy biến áp

Nếu lưới được cung cấp trực tiếp từ biến áp trung /hạ và tải biểu kiến lớn nhất đã được xác định, khi chọn máy biến áp cần lưu ý tới:

- khả năng cải thiện hệ số công suất của mạng (xem chương E);

Bảng B19. **Tiêu chuẩn IEC về gam máy biến áp 3 pha trung/hạ (biến áp phân phối) và dòng định mức dây tải tương ứng của chúng.**

	In (A)			
Điện áp khi không tải	400V	420V	433V	480V
Công suất định mức (kVA)				
50	72	69	67	60
100	144	137	133	120
160	231	220	213	192
250	361	344	333	301
315	455	433	420	379
400	577	550	533	481
500	722	687	667	601
630	909	866	840	758
800	1155	1100	1067	962
1000	1443	1375	1333	1203
1250	1804	1718	1667	1504
1600	2309	2199	2133	1925
2000	2887	2749	2667	2406
2500	3608	3437	3333	3007

- khả năng mở rộng của lưới;

- các điều kiện ràng buộc (nhiệt độ v.v..) các định mức tiêu chuẩn của biến áp được lựa chọn.

Dòng định mức đầy tải phía hạ áp của biến áp 3 pha là:

$$I_n = \frac{P_a \times 10^3}{U\sqrt{3}}$$

với: P_a - công suất định mức của biến áp (kVA);

U - điện áp dây khi không tải (V);

I_n (A).

Với biến áp một pha:

$$I_n = \frac{P_a \times 10^3}{V}$$

với V - điện áp thanh cái hạ áp khi không tải (*) (V)

Phương trình được đơn giản hóa cho điện áp 400V (tải 3 pha):

$$I_n = P_a(kVA) \times 1{,}4$$

Tiêu chuẩn IEC cho gam công suất biến áp là IEC 76.

(*) với bảng B19, điện áp không tải là 420V cho điện áp định mức cuộn dây là 400V

4.7 Chọn lựa nguồn cung cấp điện

Nghiên cứu ở chương F2 về tầm quan trọng của tính cung cấp điện liên tục đưa ra vấn đề có nên dùng nguồn dự phòng hay không. Vấn đề này sẽ được nghiên cứu kỹ ở F3-3. Nguồn cung cấp chính thường lấy ở lưới trung áp hoặc lưới hạ áp của lưới điện quốc gia.

Trên thực tế, lấy điện phía trung áp có thể là cần thiết nếu tải vượt quá (hoặc dự định sẽ vượt quá) ngưỡng 250 kVA, hoặc nếu chất lượng phục vụ đòi hỏi cao hơn so với chất lượng có từ lưới hạ áp. Hơn nữa,

nếu lấy điện từ phía hạ áp mà gây xáo trộn cho khách hàng lân cận thì ngành điện có thể yêu cầu dùng điện từ phía trung áp.

Cung cấp từ phía trung áp có thể lợi cho khách hàng trung áp như sau:

- không bị ảnh hưởng bởi các phụ tải khác;
- có thể tự do chọn hệ thống nối đất phía hạ áp;
- có nhiều lựa chọn hơn về hệ thống giá điện kinh tế;
- có thể cho phép sự tăng tải lớn;

Tuy nhiên cần lưu ý là:

- khách hàng là chủ của trạm trung/ hạ, do đó trong một vài quốc gia, họ cần tự bỏ tiền để lắp đặt trạm. Ngành điện sẽ có thể tham gia vào đầu tư, ví dụ như đi dây trung áp;
- một phần của giá thành kết lưới có thể được hoàn vốn nếu có một khách hàng thứ hai cùng nối vào dây trung áp trong một khoảng thời gian sau khi khách hàng thứ nhất kết lưới;
- khách hàng chỉ có quyền tiếp cận phần hạ áp. Tiếp cận phần trung áp chỉ được dành cho ngành điện (đọc công tơ, thao tác, v.v). Tuy vậy, trong một vài quốc gia, máy cắt bảo vệ trung áp (hoặc cầu chì – dao cắt tải) có thể do khách hàng vận hành;
- dạng và vị trí của trạm sẽ được chọn theo thỏa thuận giữa khách hàng và ngành điện.

CHƯƠNG C

CÁC TRẠM BIẾN ÁP PHÂN PHỐI TRUNG/HẠ

C.C

1. NGUỒN TRUNG ÁP

Cho tới hiện nay vẫn chưa có định nghĩa chính xác khái niệm "trung áp". Mức điện áp được coi là "Cao" trong một vài quốc gia này lại được coi là "Trung" ở các quốc gia khác. Ở chương này, lưới phân phối vận hành ở điện áp nhỏ hơn hoặc bằng 1000 V được coi là lưới điện áp thấp, còn những lưới phân phối cần một bậc giảm áp để tạo ra điện áp thấp sẽ được coi là lưới trung áp. Do các lý do kinh tế và kỹ thuật, ngưỡng trên của điện áp định mức lưới trung áp phân phối (như đã được định nghĩa ở trên) sẽ ít khi vượt quá 36,5 kV.

1.1 Đặc tính kỹ thuật của lưới phân phối trung áp

Các đặc điểm chính của một hệ thống cung cấp điện là:

- điện áp định mức và mức cách điện tương thích;

- dòng ngắn mạch;

- dòng định mức của các phần tử trong hệ thống;

- cách thức nối đất.

Điện áp định mức và mức cách điện

Điện áp định mức của hệ thống hoặc thiết bị được định nghĩa theo IEC38 là " điện áp mà hệ thống hoặc thiết bị được thiết kế và theo nó các đặc tính vận hành được tạo nên ". Liên quan chặt chẽ với điện áp định mức là khái niệm" điện áp lớn nhất của thiết bị". Điện áp này xác định mức cách điện ở tần số làm việc và các đặc tính vận hành khác của thiết bị. Điện áp này được định nghĩa trong IEC38 như là giá trị điện áp lớn nhất mà thiết bị được sử dụng trong điều kiện bình thường tại bất kỳ thời điểm nào và ở vị trí bất kỳ của hệ thống. Nó không kể đến điện áp quá độ (do đóng cắt) và sự biến đổi điện áp nhất thời.

Lưu ý:

1. Giá trị điện áp lớn nhất của thiết bị chỉ được cho với lưới điện áp định mức lớn hơn 1000V. Điều này được hiểu là: đặc biệt đối với một vài điện áp định mức của lưới, trong chế độ vận hành bình thường, điện áp thiết bị sẽ nhỏ hơn trị số điện áp lớn nhất, do lưu tâm tới đặc tính nhạy đối với điện áp như tổn thất trong tụ, dòng từ hóa trong biến áp v.v... Trong những trường hợp như vậy, cần xác định giá trị giới hạn của điện áp nhằm đảm bảo chế độ vận hành bình thường của thiết bị.

2. Các thiết bị sử dụng ở lưới điện áp nhỏ hơn 1000V chỉ cần được xác định theo điện áp định mức của lưới, cho cả chế độ vận hành và mức cách điện.

3. Định nghĩa " điện áp lớn nhất của thiết bị " theo IEC 38 tương tự như trong IEC694 cho điện áp định mức của thiết bị. IEC694 sử dụng cho thiết bị đóng cắt ở lưới điện áp lớn hơn 1000V.

Bảng C1 (từ IEC38) liệt kê các mức điện áp chuẩn thông dụng (lưới và thiết bị) của lưới phân phối trung áp. Hai nhóm điện áp lớn nhất của thiết bị, một cho hệ thống 50Hz và 60Hz (nhóm I), một cho hệ thống chỉ có tần số 60Hz (nhóm II) (Bắc Mỹ) sẽ được trình bày. Trong mỗi quốc gia sẽ chỉ dùng một nhóm và cũng chỉ có một trong hai dãy điện áp định mức của lưới ở nhóm I được dùng trong một quốc gia. Các

hệ thống này thường là 3 dây (trừ khi có chỉ định khác). Điện áp được cho trong bảng là điện áp dây. Điện áp ghi trong ngoặc không nên dùng (nhất là cho những hệ thống sẽ xây dựng trong tương lai).

Lưu ý:

1. Hai cấp điện áp kế cận không nên có tỉ số điện áp định mức lưới nhỏ hơn 2.

2. Trong một hệ thống bình thường của nhóm I, trị điện áp lớn nhất và nhỏ nhất không nên lệch nhau quá 10% điện áp định mức lưới của hệ. Ở nhóm II, trị điện áp lớn nhất không vượt quá 5% và trị nhỏ nhất không nhỏ hơn 10% điện áp định mức lưới của hệ.

Bảng C1. Điện áp định mức của lưới và của thiết bị (trị hiệu dụng)

Series I (series I)			Series II (áp dụng ở Bắc Mỹ) (series II)	
Điện áp lớn nhất cho thiết bị (kV)	Điện áp định mức lưới (kV)		Điện áp lớn nhất cho thiết bị (kV)	Điện áp định mức lưới (kV)
3,6[1]	3,3[1]	3[1]	4,4[1]	4,16[1]
7,2[1]	6,6[1]	6[1]	-	-
12	11	10	-	-
-	-	-	13,2[2]	12,47[2]
-	-	-	13,97[2]	13,2[2]
-	-	-	14,52[1]	13,8[1]
(17,5)	-	(15)	-	-
24	22	20	-	-
-	-	-	26,4[2]	24,94[2]
36[3]	33[3]	-	-	-
-	-	-	36,5[2]	34,5[2]
40,5[3]	-	35[3]	-	-

(1) Những giá trị này không nên dùng cho lưới phân phối công cộng.

(2) Các hệ thống này thường là 4 dây.

(3) Việc thống nhất hóa các giá trị này đang được quan tâm.

Để đảm bảo bảo vệ các thiết bị tránh quá áp tần số công nghiệp và quá áp quá độ (do sét đánh, đóng cắt, sự cố trong hệ thống), các thiết bị trung áp cần phải được định rõ mức cách điện định mức thích ứng.

Thiết bị đóng cắt

Bảng C2 (theo IEC 694) liệt kê các giá trị chuẩn các yêu cầu về điện áp chịu đựng.

Chọn lựa giữa danh sách 1 và 2 sẽ phụ thuộc vào mức độ quá điện áp khí quyển và nội bộ (*), dạng của nối đất trung tính, loại thiết bị bảo vệ quá áp (tham khảo thêm IEC/71)

(*) Danh sách 1 dùng cho thiết bị đóng cắt của lưới cáp ngầm, còn danh sách 2 dùng cho dây trên không.

Lưu ý: Điện áp chịu đựng trên khoảng cách cách ly chỉ dùng cho thiết bị đóng cắt có khoảng hở giữa các tiếp điểm khi mở là cần thiết theo yêu cầu an toàn đặc trưng cho dao cách ly

Cần lưu ý là ở trên không đề cập tới quá điện áp nội bộ. Nguyên do là quá điện áp nội bộ thường không khắc nghiệt bằng quá điện áp khí quyển.

Bảng C2. **Mức cách điện định mức của thiết bị đóng cắt**

Điện áp định mức của thiết bị (trị hiệu dụng), kV	Điện áp chịu đựng xung sét (trị đỉnh)				Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (1 phút) (trị hiệu dụng)	
	danh sách 1		danh sách 2			
	với đất, giữa các cực và trên thiết bị đóng cắt đang mở, kV (1)	qua khoảng cách cách ly, kV (2)	với đất, giữa các cực và trên thiết bị đóng cắt đang mở kV	qua khoảng cách cách ly, kV	kV (1)	kV (2)
3,6	20	23	40	46	10	12
7,2	40	46	60	70	20	23
12	60	70	75	85	28	32
17,5	75	85	95	110	38	45
24	95	110	125	145	50	60
36	145	165	170	195	70	80
52	-	-	250	290	95	110
72,5	-	-	325	375	140	160

Máy biến áp

Hai bảng C3A và C3B (theo IEC76-3) dựa trên thực tế gần đây nhất (trừ Bắc Mỹ) (nhóm I) và một vài quốc gia khác và Bắc Mỹ (nhóm II). Ý nghĩa của danh sách 1 và 2 ở nhóm I là như nhau cho bảng thiết bị đóng cắt (nghĩa là sự chọn lựa phụ thuộc vào mức chịu sét, v.v).

Bảng C3A. **Mức cách điện định mức của máy biến áp (nhóm I) ngoại trừ Mỹ và một vài quốc gia**

C.C

Điện áp lớn nhất của thiết bị U_m (trị hiệu dụng) (kV)	Điện áp chịu đựng ngắn hạn tần số công nghiệp (kV)	Điện áp chịu đựng xung sét (đỉnh)	
		danh sách 1 (kV)	danh sách 2 (kV)
≤1,1	3	-	-
3,6	10	20	40
7,2	20	40	60
12	28	60	75
17,5	38	75	95
24	50	95	125
36	70	145	170
52	95	250	
72,5	140	325	

Bảng C3B. **Mức cách điện định mức của biến áp ở nhóm II (theo thực tế của Mỹ và một vài quốc gia)**

Điện áp lớn nhất của thiết bị U_m (trị hiệu dụng), kV	Điện áp chịu đựng ngắn hạn tần số công nghiệp (hiệu dụng)	Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	
		biến áp phân phối	các biến áp khác
4,40	19	60	75
13,20			
13,97	34	95	110
14,52			
26,4	50	150	
36,5	70	200	
72,5	140	350	

Các phần tử khác

Thực tế cho thấy là mức cách điện của các phần tử trung thế khác như sứ hoặc thủy tinh, cáp trung thế, phụ kiện biến thế v.v... cần phải tương hợp với thiết bị đóng cắt và biến áp đã nêu ở trên. Việc kiểm tra những phần tử này được trình bày trong các tiêu chuẩn IEC.

Lưu ý chung

Các tiêu chuẩn IEC được sử dụng rộng rãi trên thế giới và bao gồm các dãy điện áp và dòng khác nhau.

Điều này phản ánh các sử dụng thực tế khác nhau trong các quốc gia khác nhau về địa lý, khí hậu và kinh tế. Các tiêu chuẩn của bất kỳ quốc gia nào đều thường được hợp lý hóa để tính đến một hoặc hai cấp điện áp, dòng và mức sự cố v.v...

Dòng ngắn mạch

Máy cắt (hoặc cầu chì) là thiết bị duy nhất để đóng cắt an toàn dòng ngắn mạch xảy ra trong hệ thống. Giá trị chuẩn của máy cắt về khả năng cắt ngắn mạch thường được cho dưới dạng kilo-ampe.

Các giá trị này được cho ứng với ngắn mạch 3 pha và được biểu diễn như trị hiệu dụng trung bình của thành phần xoay chiều dòng ngắn mạch trong mỗi pha.

Định mức cắt ngắn mạch

Đối với máy cắt vận hành trong dãy các điện áp định mức trong chương này, tiêu chuẩn IEC - 56 cho khả năng cắt dòng ngắn mạch của máy cắt như sau:

Bảng C4. **Dòng cắt định mức tiêu chuẩn từ bảng X IEC 56**

kV	3,6	7,2	12	17,5	24	36	52
kA (trị hiệu dụng)		8	8	8	8	8	8
	10	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
	16	16	16	16	16	16	20
	25	25	25	25	25	25	
	40	40	40	40	40	40	
			50				

Nếu máy cắt đặt rất xa nguồn, chỉ cần kiểm tra hệ số cosφ của mạch sự cố không được nhỏ hơn 0,07 và thời gian tác động bé nhất của rơle không nhỏ hơn nửa chu kỳ tần số công nghiệp (10 ms với tần số 50 Hz). Thông thường thì điều kiện này được thỏa trong các lưới phân phối trung áp truyền thống. Khi ấy chỉ cần kiểm tra xem khả năng cắt ngắn mạch của máy cắt có lớn hơn trị hiệu dụng dòng ngắn mạch 3 pha tại điểm đặt nó hay không. Khi máy cắt đặt gần máy phát, thành phần chu kỳ của dòng ngắn mạch sẽ giảm nhanh chóng so với giá trị ban đầu và hệ số cosφ có thể nhỏ hơn 0,07.

Khi đó cần khảo sát dọc theo các đường được cho trong IEC 56 vì có thể sẽ không có dòng 0 (*) trong một vài chu kỳ đầu.

(*) Dòng 0 tự nhiên là yếu tố cần thiết cho hoạt động đúng của máy cắt, ngoại trừ máy cắt được thiết kế đặc biệt theo yêu cầu.

Đỉnh cực đại của dòng ngắn mạch

Một khía cạnh khác của dòng ngắn mạch áp đặt lên các phần tử hệ thống điện là giá trị đỉnh cực đại của dòng có thể xảy ra khi máy cắt đóng một mạch không tải có ngắn mạch.

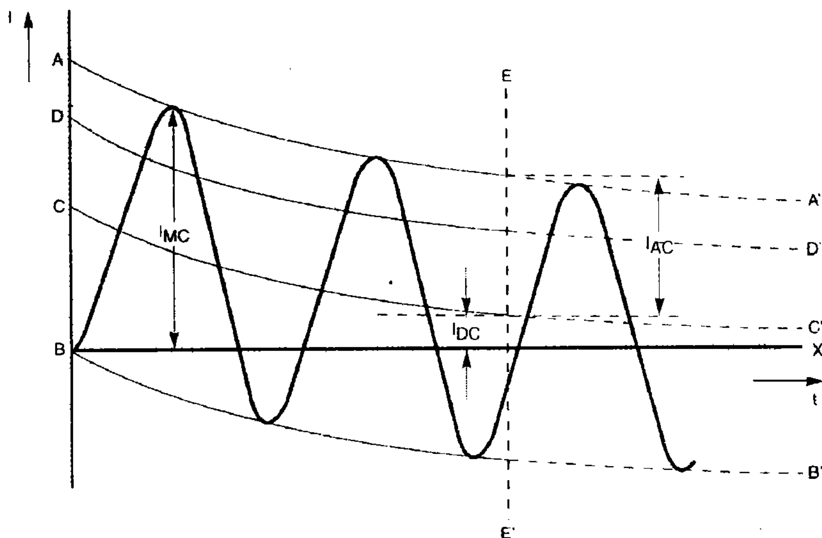
Khi đó, máy cắt phải được định cỡ theo mức tạo dòng ngắn mạch (dòng xung kích) (thể hiện bằng kA). Giá trị này bằng 2,5 lần dòng cắt định mức của máy cắt.

Giải thích:

Giá trị 2,5 được lý giải như sau: dòng ngắn mạch thường mang tính cảm cao nên ít nhất có 2 pha chứa thành phần quá độ không chu kỳ. Trong trường hợp xấu nhất, giá trị thành phần không chu kỳ của một trong các pha sẽ bằng với giá trị đỉnh tức thời của thành phần chu kỳ và tạo nên hiệu ứng đôi. Tuy nhiên, thành phần không chu kỳ sẽ giảm rất nhanh, trong khi đỉnh cực đại xảy ra nửa chu kỳ sau khi ngắn mạch. Sự giảm thành phần không chu kỳ sẽ dẫn đến trị số tức thời lớn nhất dòng ngắn mạch giảm từ 2 xuống còn 1,8 lần trị đỉnh dòng chu kỳ.

Trong IEC 56, sự giảm này phụ thuộc vào hằng số thời gian tắt dần thành phần của không chu kỳ.

Đỉnh cực đại sẽ là $\sqrt{2}\, I_{rms}$ x 1,8 = 2,54I_{rms} (với I_{rms} trị hiệu dụng thành phần chu kỳ). Dạng đầy đủ của dòng ngắn mạch được minh họa trên hình C5 (theo IEC 56).



Hình C5. Xác định dòng cắt, dòng tạo ngắn mạch và thành phần xoay chiều (phần trăm):

AA': đường bao sóng dòng; BB': đường bao sóng dòng; BX: đường 0; CC': dịch chuyển của đường sóng dòng 0 tại thời điểm bất kỳ; DD': trị hiệu dụng của thành phần a.c của dòng ở thời điểm bất kỳ và được đo từ CC'; EE': thời điểm mở tiếp điểm (bắt đầu hồ quang); I_{MC}: dòng tạo ngắn mạch = (A-C)1,8 với A và C được đo ở thời điểm t = 0; I_{AC} : trị đỉnh của thành phần xoay chiều ở thời điểm EE'; $\frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}$: trị hiệu dụng của thành phần a.c tại thời điểm EE'; I_{DC}: thành phần một chiều (d.c) ở thời điểm EE'; $\frac{I_{DC} x 100}{I_{AC}}$: phần trăm của thành phần d.c

Lưu ý:

Khi ngắn mạch xảy ra trong hệ thống, các động cơ sẽ hoạt động giống như máy phát (trong 1 - 2 chu kỳ đầu) và cung cấp một dòng (khoảng 50 - 80% dòng khởi động) tới chỗ ngắn mạch. Đó là do sự giảm từ thông đáng kể (ở chu kỳ đầu sau ngắn mạch) trong động cơ.

Vì lý do đó, ảnh hưởng kể trên sẽ được bỏ qua khi tính toán khả năng cắt của máy cắt, nhưng lại phải được tính đến đối với định mức tạo dòng ngắn mạch ngoại trừ những trường hợp đặc biệt.

Nếu có nhóm các động cơ đặt gần điểm đặt máy cắt, mức tạo dòng sự cố sẽ lớn hơn 2,5 lần mức dòng cắt. Để đảm bảo khả năng tạo dòng ngắn mạch phù hợp, máy cắt cần được định cỡ theo dòng định mức cắt lớn hơn trong trường hợp này.

Các mức ngưỡng dòng ngắn mạch trong lưới phân phối trung thế thường được giới hạn tới vài giá trị điển hình khoảng từ 12,5 kA tới 25kA do những lý do thiết kế kỹ thuật.

Các thiết bị trung thế nối tới lưới cần phải chịu được các hiệu ứng nhiệt và cơ do dòng ngắn mạch gây nên trong vòng một giây sau sự cố, hoặc trong trường hợp đặc biệt phụ thuộc vào thiết bị có thể lên tới 3 giây.

Dòng định mức

Dòng định mức phổ biến nhất của các thiết bị đóng cắt ở lưới phân phối trung thế là 400A.

Dòng định mức được định nghĩa như "trị hiệu dụng của dòng được tải liên tục ở tần số định mức với sự tăng nhiệt độ không vượt quá giá trị được quy định theo các tiêu chuẩn chế tạo".

Dòng định mức của các thiết bị đóng cắt được xác định ở giai đoạn thiết kế trạm.

Ở các vùng công nghiệp và vùng đô thị có mật độ tải cao, đôi khi cần có dòng định mức đến 630 A, trong khi tại thanh cái thứ cấp của các trạm phân phối trung gian (bulk-supply substation) cấp điện cho các trục trung thế máy cắt 800 A, 1250 A, 1600 A, 2500 A và 4000 A được lắp đặt (IEC 56) cho các lộ vào biến thế, thanh góp và thanh góp phân đoạn.

Các trạm biến thế phân phối với dòng định mức phía sơ cấp nhỏ hơn 45 A, sử dụng cầu dao và cầu chì trung thế (hoặc tổ hợp cầu chì - dao cắt tải) để điều khiển và bảo vệ máy biến áp sẽ kinh tế hơn là dùng máy cắt. Không có tiêu chuẩn IEC nào quy định dòng định mức cho tổ hợp như vậy. Các thông số này sẽ được cho bởi nhà chế tạo, thích ứng với đặc tuyến cầu chì và các chi tiết về máy biến thế như:

- dòng định mức phía sơ cấp;
- quá dòng cho phép và thời gian quá dòng;
- đỉnh cực đại và thời gian tồn tại của dòng từ hóa quá độ khi đóng máy biến áp;
- vị trí đầu phân áp của bộ điều áp không tải, như được cho trong ví dụ ở phụ lục A của IEC 420 và được tóm tắt trong phụ lục C1.

IEC qui định rằng dòng định mức của các tổ hợp, có thể là một trong nhóm "R10" của các số như: 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80 với bội 10 (nếu yêu cầu).

Trong một sơ đồ như thế, dao cắt tải cần phải được chỉnh định tác động tự động nhờ rơle ở mức dòng sự cố bé, dòng này sẽ lớn hơn hoặc bằng định mức dòng cắt ngắn mạch nhỏ nhất của cầu chì trung thế. Bằng cách như vậy, khi dòng sự cố lớn, cầu chì sẽ tác động, còn khi dòng sự cố bé (khó làm tác động chính xác cầu chì) thì dao cắt tải (LBS) sẽ tác động.

Phụ lục C1 sẽ cho các thông tin chi tiết hơn về điều này.

Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường và độ cao đến dòng định mức

Tất cả các thiết bị điện đều có dòng định mức và giá trị ngưỡng trên của dòng được xác định theo sự tăng nhiệt độ do tổn hao I^2R (với I - trị hiệu dụng của dòng (A); R - điện trở của dây (Ω)), do tổn hao dòng xoáy và từ trễ ở động cơ và máy biến áp, và do tổn hao điện môi trong cáp và tụ.

Sự tăng nhiệt độ phụ thuộc vào tốc độ tỏa nhiệt. Ví dụ, dòng lớn có thể chạy trong dây quấn của động cơ mà không làm nó quá nóng do có đặt quạt thổi trên trục động cơ với tốc độ tản nhiệt bằng tốc độ tỏa nhiệt. Kết quả là có được một nhiệt độ ổn định thấp hơn mức có thể gây nguy hại cách điện.

Biến áp làm mát bằng dầu hoặc khí là loại biến áp được làm mát nhân tạo phổ biến.

Các giá trị định mức của dòng (theo IEC) được dựa trên khí hậu ôn hòa ở độ cao không quá 1000 m, do đó các phần tử được làm mát tự nhiên bởi bức xạ và đối lưu sẽ bị quá nhiệt nếu vận hành với dòng này ở khí hậu nhiệt đới hoặc ở độ cao lớn hơn 1000 m. Khi đó, cần phải tính lại các trị định mức, nghĩa là cho các giá trị bé hơn thích ứng với IEC76-2. Với biến áp làm mát nhân tạo thường có diện tích các cánh tản nhiệt dầu lớn, lượng dầu hoặc công suất máy bơm dầu và của quạt gió đủ để giữ nguyên các trị định mức ban đầu theo IEC.

Nối đất

Dòng sự cố phía trung áp có thể tạo mức điện áp nguy hiểm phía hạ thế. Phụ tải hạ thế có thể được bảo vệ nhờ:

- *hạn chế dòng chạm đất phía trung thế;*
- *giảm điện trở nối đất trạm xuống giá trị bé nhất có thể;*
- *tạo các điều kiện đẳng thế ở trạm và tại lưới của khách hàng.*

Vấn đề nối đất và san thế cần phải được xem xét kỹ lưỡng, nhất là về mặt an toàn lưới hạ áp khi có ngắn mạch chạm đất phía trung thế.

Điện cực nối đất

Nói chung nếu có thể được, nên tách rời điện cực nối đất của vỏ kim loại thiết bị trung thế khỏi điện cực nối đất của dây trung tính hạ thế. Điều này rất thường được dùng cho lưới nông thôn, khi mà cực nối đất dây trung tính hạ áp được đặt cách trạm khoảng 1 tới 2 khoảng vượt của lưới hạ áp. Đối với lưới đô thị, khó mà có thể tạo sự cách ly đủ lớn giữa hai điện cực nối đất trên nhằm tránh hiện tượng lan truyền điện áp tới lưới hạ áp.

Dòng sự cố chạm đất

Mức dòng sự cố chạm đất ở phía trung áp được sử dụng thường tương đương mức dòng ngắn mạch 3 pha.

Một dòng như vậy đi vào điện cực nối đất và nâng điện áp trên cực so với "đất ở xa" (đất xung quanh cực sẽ có điện áp cao; "đất xa" sẽ ứng với áp bằng 0).

Ví dụ, dòng sự cố chạm đất 10000 A qua điện cực nối đất 0,5 Ω sẽ nâng điện áp lên 5000 V.

Giả sử các vỏ thiết bị của trạm được nối với nhau và với điện cực nối đất. Giả sử điện cực nối đất là lưới các dây nằm dưới sàn trạm. Khi đó sẽ không gây nguy hiểm cho người, vì đó là "lưới" đẳng thế trong đó mọi vật thể dẫn điện kể cả người đều có cùng một điện thế.

Lan truyền điện thế

Một hiện tượng nguy hiểm có liên quan tới việc lan truyền điện thế sẽ được ví dụ sau đây. Ta thấy ở hình C6 điểm trung tính của cuộn dây thứ cấp của biến áp phân phối (trung/hạ áp) cùng nối chung với điện cực nối đất của trạm. Do vậy, có sự nâng cao điện thế đều trên dây trung tính, điểm trung tính của cuộn hạ và trên các dây pha. Các

cáp hạ thế xuất phát từ trạm sẽ mang sự nâng thế này tới lưới khách hàng. Tuy nhiên sự nâng thế này không gây nguy hiểm đến cách điện giữa pha-pha và pha-trung tính. Mối nguy hiểm sẽ xuất hiện giữa pha-đất.

Giải pháp

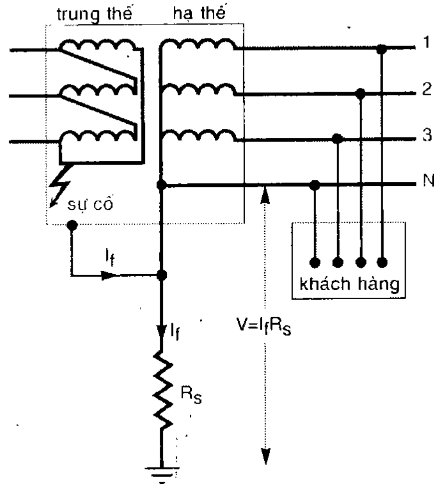
Để giảm thiểu nguy hiểm của hiện tượng trên cần giảm dòng chạm đất trung thế. Cần nối đất lưới trung thế qua điện trở hoặc cuộn kháng ở các điểm nối sao của vài biến thế trên các trạm phân phối trung gian (hoặc trạm cung cấp).

C.C

Các biến áp khác sẽ không nối đất. Trường hợp đặc biệt để hạn chế dòng chạm đất là dùng cuộn Petersen mục 3.2.

Tuy nhiên việc lan truyền điện thế tương đối lớn là không thể tránh khỏi. Do vậy chiến lược sau đây sẽ được dùng trong một vài quốc gia.

Lưới nối đất đẳng thế của khách hàng biểu thị cho "đất ở xa". Tuy nhiên nếu nối lưới nối đất này qua dây có điện trở bé tới cực nối đất của trạm, thì các điều kiện đẳng thế của trạm cũng sẽ xuất hiện ở lưới của khách hàng.



Hình C6. Điện thế lan truyền.

Liên kết qua tổng trở nhỏ

Được thực thi bằng việc nối dây trung tính tới lưới đẳng thế của khách hàng. Đây chính là sơ đồ nối đất TN (IEC 364-3) (sơ đồ A của hình C7). Sơ đồ này thường có nối đất lặp lại (khoảng 3 hoặc 4 cột hạ

thế lại có nối đất lặp lại). Tại lưới khách hàng cũng được nối đất. Như vậy mạng của các dây trung tính có nối đất lặp lại và cùng với nối đất của trạm sẽ tạo ra một điện trở nối đất bé

Kết hợp dòng chạm đất trung thế nhỏ, lưới đẳng thế và điện trở nối đất bé đã giảm quá điện áp và hạn chế nguy hiểm hư hỏng cách điện giữa pha-đất.

Giảm dòng chạm đất trên lưới trung thế và điện trở nối đất trạm

Một sơ đồ nối đất khác được áp dụng rộng rãi cho trên sơ đồ C hình C7. Đó là sơ đồ TT với lưới nối đất khách hàng (riêng biệt với của trạm) tạo nên đất ở xa. Điều đó có nghĩa là mặc dù điện thế lan truyền không đặt lên cách điện pha - pha của thiết bị hạ thế, song cách điện pha - đất sẽ chịu quá điện áp.

Các biện pháp thực thi trong trường hợp này:

- giảm dòng chạm đất phía trung thế như đã mô tả ở phần trước;
- giảm điện trở nối đất trạm sao cho không vượt quá điện áp chịu đựng pha - đất tiêu chuẩn 5 giây của các thiết bị hạ thế khách hàng.

Một vài giá trị thực tế được dùng ở các quốc gia trên lưới phân phối 20 kV là:

- dòng chạm đất lớn nhất của dây trên không (hoặc mạng hỗn hợp đường dây trên không với cáp ngầm) là 300 A;
- dòng chạm đất max của mạng cáp ngầm là 1000 A;

Để đảm bảo điện áp chịu đựng của thiết bị hạ thế không vượt quá ngưỡng thì: (trường hợp C và D hình C7):

$$R_s \leq \frac{U_w - U_0}{I_m} \ (\Omega)$$

Với U_w – trị chuẩn bé nhất của điện áp chịu đựng 5 s của thiết bị hạ thế (V) = $1,5U_0 + 750V$ (IEC 644).

U_0 – điện áp pha - trung tính (V) của lưới hạ áp khách hàng;

I_m – dòng chạm đất lớn nhất trên lưới trung áp (A).

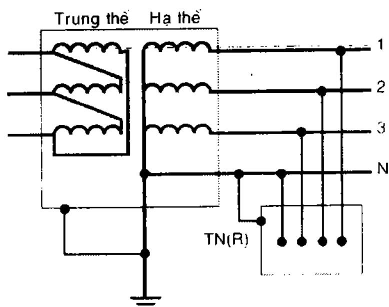
Dạng sơ đồ nối đất thứ ba là dạng IT (IEC 364) và thường dùng khi yêu cầu cung cấp điện liên tục là thiết yếu (như cho bệnh viện v.v...). Khi đó cuộn thứ của biến áp sẽ không được nối đất, hoặc nối đất qua điện trở lớn (1000 Ω). Sự cố hư hỏng cách điện pha - đất trong mạch hạ áp sẽ có dòng rất bé (có thể bỏ qua) và cho phép không ngắt lưới cho đến khi tiến hành sửa chữa.

C.C

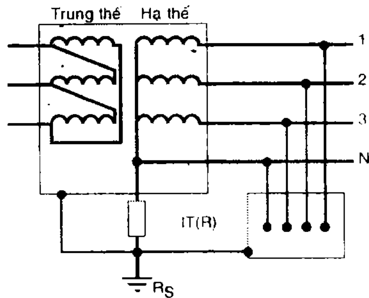
Dạng B, D và F trên hình C7 biểu diễn sơ đồ IT với điện trở (khoảng gần 1000 Ω) mắc giữa trung tính và đất. Tuy nhiên nếu điện trở này cắt tách ra thì cần lưu ý:

Dạng B: mọi pha và dây trung tính sẽ "trôi" so với đất mà chúng được nối tới qua điện trở cách điện (thường rất lớn) và điện dung (rất bé) giữa dây pha và kim loại nối đất (ống dẫn v.v...). Giả sử cách điện là hoàn hảo, mọi điện thế dây pha và dây trung tính hạ thế sẽ cùng được nâng cao lên bằng thế của dây đẳng thế nhờ cảm ứng tĩnh điện.

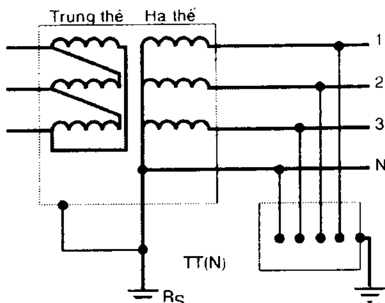
Trên thực tế, do các đường rò đi vào đất của các dây pha dường như song song, hệ thống sẽ trở nên giống như với trường hợp có trung tính nối đất qua điện trở. Nghĩa là mọi dây pha sẽ cùng được nâng tới thế của đất. Khi ấy, quá áp trên cách điện hạ thế sẽ rất nhỏ hoặc không tồn tại.



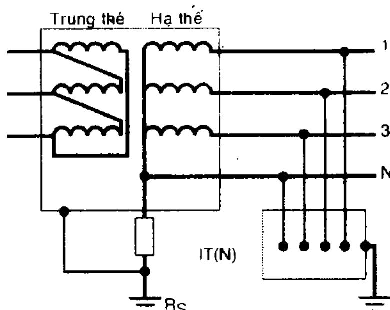
Trường hợp A



Trường hợp B

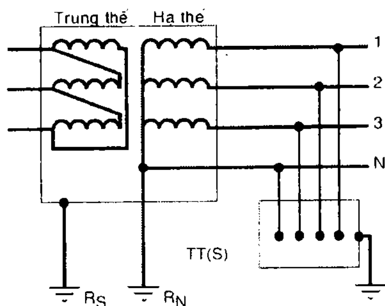


Trường hợp C

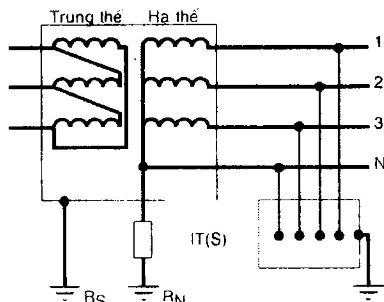


Trường hợp D

$$R_S \leq \frac{U_w - U_0}{I_m}$$



Trường hợp E



Trường hợp F

$$R_S \leq \frac{U_{ws} - U_0}{I_m}$$

Hình C7. Giá trị lớn nhất của điện trở nối đất Rs ở trạm trung/hạ nhằm đảm bảo an toàn khi có sự cố chạm đất trung áp.

Chú thích hình C7:

Trường hợp A và B: không áp đặt trị số của R_S.

Trường hợp C và D: với U_W – điện áp chịu đựng tần số công nghiệp cho các thiết bị hạ thế, U_0 – điện áp pha - trung tính của lưới hạ thế. I_m – trị lớn nhất của dòng sự cố chạm đất trung áp.

Trường hợp E và F: với U_{WS} – điện áp chịu đựng tần số công nghiêp của thiết bị hạ thế trong trạm (do vỏ của chúng được nối đất qua R_S). U – điện áp pha – trung tính tại trạm cho sơ đồ TT, và là điện áp pha - pha cho sơ đồ IT. I_m – trị lớn nhất của dòng sự cố chạm đất trung áp.

Ở hình E và F dây bảo vệ hạ thế trong trạm được nối đất qua điện cực nối đất của trạm. Do đó, các thiết bị hạ thế của trạm phải chịu quá áp.

(R) thể hiện vỏ các thiết bị của trạm, của lưới của khách hàng và điểm trung tính cuộn hạ máy biến áp đều được nối đất qua hệ thống nối đất của trạm.

(N) cho biết vỏ các thiết bị của trạm, điểm trung tính của biến áp được nối đất qua điện cực nối đất của trạm.

(S) cho biết điểm trung tính phía thứ cấp của biến áp được nối đất riêng biệt và ngoài vùng ảnh hưởng của nối đất trạm

U_W và U_{WS} bằng $1{,}5U_0 + 750$ V (IEC 644) với U_0 – điện áp định mức pha – trung tính của lưới hạ thế.

Dạng D và F: điện thế cao của hệ thống nối đất trạm sẽ tác động lên các dây pha cách ly và dây trung tính hạ thế qua:

- điện dung giữa các cuộn dây hạ thế của biến áp và vỏ thùng biến áp;
- điện dung giữa dây đẳng thế trong nối đất trạm và lõi của cáp hạ thế đi ra khỏi trạm;
- đường dòng rò trong cách điện.

Tại vị trí ngoài vùng ảnh hưởng của nối đất trạm, điện dung có thể tồn tại giữa dây và đất (ở thế bằng 0) (điện dung giữa các lõi bỏ qua do các lõi cùng tăng tới một mức thế). Hậu quả là một bộ chia dạng tụ sẽ được tạo ra với mỗi tụ được nối song song điện trở (đường rò).

Nói chung, điện dung pha - đất thường lớn hơn điện trở cách điện đối với cáp và các dây dẫn điện. Các đại lượng này sẽ có giá trị bé hơn khi xét ở lưới nối đất của trạm. Do vậy, quá áp chủ yếu sẽ xảy ra giữa cuộn dây hạ thế và vỏ máy biến áp.

Như đã trình bày, sự nâng thế ở lưới khách hàng là không đáng kể khi dòng chạm đất trung thế bị giới hạn. Mọi máy biến áp nối đất kiểu IT thường có đi kèm với bộ hạn chế áp. Bộ này sẽ tự động nối điểm trung tính với đất nếu quá áp phía hạ thế gần tới mức chịu đựng cách điện của lưới hạ thế.

Ngoài các điều đã kể trên, một vài kiểu xuất hiện quá áp khác sẽ được mô tả ở tiểu mục 3.1.

Dạng sự cố chạm đất này thường rất hiếm và khi xảy ra các CB sẽ tự động ngắt mạch (nếu được thiết kế và lắp đặt đúng).

Vấn đề bảo đảm an toàn khi có sự nâng thế sẽ phụ thuộc vào cách lắp đặt vùng đẳng thế. Dạng chủ yếu thường là lưới đẳng thế với các mắt làm bằng dây đồng trần có nối với các cọc sắt mạ đồng chôn thẳng đứng (*).

* Đồng là cực cathod với hầu hết các kim loại do đó chống được ăn mòn.

Tiêu chuẩn san thế sẽ được mô tả ở chương G nhằm chống điện giật do chạm điện gián tiếp như: khi điện áp tiếp xúc không được vượt quá 50 V (nơi khô ráo) và 25 V (nơi ẩm ướt). Cần có các biện pháp đặc biệt ở vùng biên của lưới san thế để tránh điện áp bước trên bề mặt đất vượt giá trị nguy hiểm

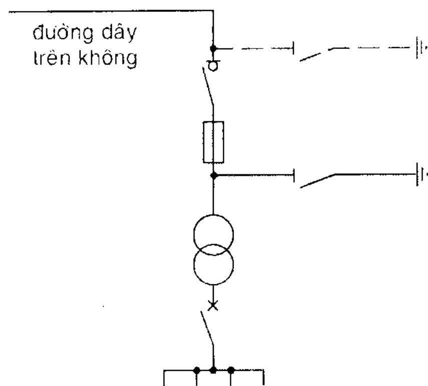
Vấn đề này liên quan tới nối đất an toàn hàng rào bao quanh và sẽ được mô tả ở mục 3.1 và phụ lục C2.

1.2 Sơ đồ kết lưới phía trung áp

Tùy thuộc vào kiểu lưới trung áp sẽ có các dạng sơ đồ kết lưới trung áp sau của trạm:

Sơ đồ đơn:

Trạm được nuôi bằng một nhánh rẽ từ dây phân phối trung thế và sẽ có panel chứa LBS, dao cách ly với cầu chì và dao tiếp đất, như ở hình C8. Trong một vài quốc gia, biến áp treo không có cầu chì hoặc LBS/dao cách ly. Với các biến áp công suất nhỏ hơn 160 kVA, dạng kết nối này thường hay sử dụng ở nông thôn. Các thiết bị bảo vệ và đóng cắt đặt ở xa và thường điều khiển đường dây trên không trục chính cung cấp điện cho các trạm.



Hình C8. Sơ đồ đơn.

C.C

Mạch vòng

Một mạch vòng (RMU - Ring-main unit) thường được kết nối để tạo vòng chính (*) hoặc trục phân phối – liên lạc, thường kết cấu sao cho thanh góp của nó sẽ chịu dòng của toàn vòng hoặc của toàn bộ sự liên lạc giữa 2 trạm (hình C9).

(*) Mạch vòng là một trục phân phối liên tục có dạng mạch kín với điểm bắt đầu và kết thúc đều ở trên cùng một bộ thanh góp. Mỗi đầu của nó được điều khiển bằng máy cắt riêng. Để nâng cao tính vận hành linh hoạt, thanh góp thường được phân thành 2 phân đoạn qua máy cắt thường ở dạng đóng. Và mỗi đầu của mạch vòng sẽ được nối tới phân đoạn khác nhau.

Một liên lạc được thực thi qua dây nối 2 thanh góp của 2 trạm và bình thường không có tải nối vào. Mỗi đầu của dây này được điều khiển bằng máy cắt. Một trục phân phối – liên lạc sẽ là một liên lạc cung cấp điện cho nhiều biến áp phân phối dọc theo chiều dài của nó.

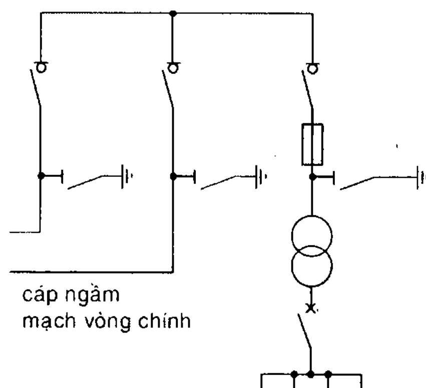
Một mạch vòng chứa 3 liên kết như:

- 2 liên kết đến, mỗi cái chứa LBS/dao cách ly và một dao tiếp đất;

- một liên kết ra và ngăn bảo vệ chung có chứa cầu chì/LBS hoặc tổ hợp máy cắt/dao cách ly với dao tiếp đất

Các LBS và dao tiếp đất thường được định cỡ theo chức năng tạo dòng sự cố.

Điều này cho phép khách hàng được cấp điện từ hai nguồn cung cấp, và nâng cao độ tin cậy cung cấp điện. Kiểu sơ đồ này thường được dùng trong lưới cáp ngầm trung áp phân phối ở thành thị.



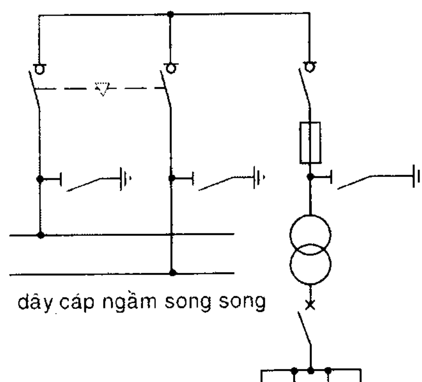
Hình C9. Sơ đồ kiểu mạch vòng.

Trục phân phối song song

Khi phía trung thế có 2 dây hoặc cáp cùng xuất phát từ cùng một thanh góp, ta sẽ có một tủ đóng cắt trung áp tương tự như của RMU (hình C10).

Sự khác biệt chủ yếu với RMU là panel của 2 liên kết đến thường có khóa liên động. Nghĩa là thiết bị đóng cắt của một trong 2 liên kết sẽ luôn đóng làm cho thiết bị đóng cắt của liên kết kia luôn mở. Khi cung cấp điện bị gián đoạn trên liên kết luôn đóng, thiết bị đóng cắt sẽ tác động và cắt mạch. Liên kết còn lại sẽ được đóng vào hoặc tự động, hoặc bằng tay.

Dạng này rất hay được dùng ở những nơi có mật độ phụ tải cao và những nơi đô thị hóa nhanh được cung cấp điện bằng cáp ngầm.



Hình C10. Sơ đồ kiểu 2 nguồn cung cấp có khoá liên động.

C.C

1.3. Một vài khía cạnh vận hành lưới phân phối trung thế

Dây trên không

Gió mạnh, tuyết bám trên dây v.v... có thể làm cho các dây bị va chạm và tạo ngắn mạch thoáng qua.

Hư hỏng cách điện như rạn sứ hoặc bề mặt thủy tinh bị bẩn, do bị súng bắn nhầm, do ô nhiễm v.v... cũng tạo ngắn mạch chạm đất.

Nhiều sự cố tự nó sẽ tiêu hủy. Ví dụ, trong điều kiện khô ráo, sứ vỡ có thể tiếp tục được vận hành, song có thể bị phóng điện xuống đất (nghĩa là tới kết cấu kim loại của cột) khi trời mưa. Bề mặt bẩn của sứ có thể tạo phóng điện xuống đất chỉ trong điều kiện ẩm ướt.

Dòng sự cố thường đi kèm hồ quang. Nhiệt lượng của hồ quang sẽ làm khô bề mặt sứ và phục hồi tính chất cách điện của sứ. Trong khi đó, các thiết bị bảo vệ (cầu chì hoặc máy cắt) sẽ tác động để loại trừ sự cố.

Kinh nghiệm chỉ ra rằng việc phục hồi cung cấp điện, trong hầu hết các trường hợp, sẽ thành công nhờ sự đóng lại của máy cắt hoặc thay thế cầu chì.

Do vậy, có thể cải thiện độ tin cậy cung cấp điện đường dây trên không nhờ thiết bị tự đóng lại tại điểm đầu của mạch đang xét.

Có thể cho phép một số lần đóng lại nếu lần đóng lại thứ nhất bị thất bại. Giữa hai lần đóng lại liên tiếp sẽ có khoảng thời gian có thể chỉnh định (để khử ion hóa không khí ở chỗ có sự cố).

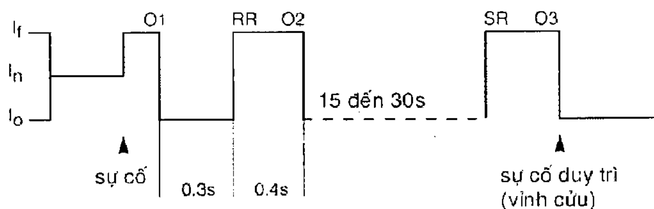
Một biện pháp khác là sử dụng thiết bị đóng cắt phân đoạn được điều khiển từ xa và bằng dao cách ly tự động phối hợp với máy cắt tự động đóng lại. Sơ đồ này được biểu diễn một cách đơn giản hóa trên hình C11 với dao cách ly dạng IACT (đóng cắt ngoài trời khi không có áp - thiết bị của điện lực Pháp).

Nguyên lý hoạt động như sau: sau hai lần đóng lại không thành công, máy cắt tác động và sự cố sẽ được coi là vĩnh cửu. IACT sẽ mở ra khi dây không có điện để cách ly một phân đoạn của lưới trước khi có đóng lại lần ba (lần cuối). Sẽ có 2 khả năng xảy ra:

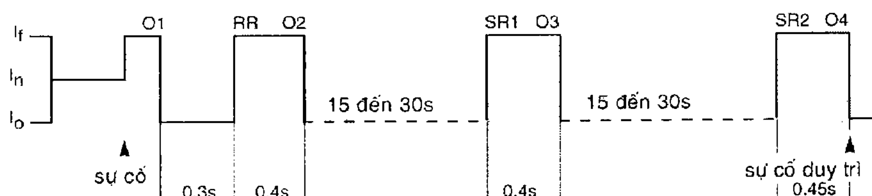
1. sự cố ở trên phân đoạn đã được cô lập nhờ IACT và việc cung cấp điện sẽ được phục hồi cho các hộ có nối vào phân đoạn còn lại
2. sự cố trên phân đoạn phía trước IACT và máy cắt sẽ tác động và khóa lại.

Sơ đồ IACT sẽ mang lại khả năng phục hồi cung cấp điện cho vài khách hàng khi có sự cố vĩnh cửu. Biện pháp này cải thiện rõ rệt độ tin cậy cung cấp điện hệ thống dây trung thế trên không. Hộ tiêu thụ cần (khi cần thiết) thu xếp giải quyết tính toán hậu quả ngưng cấp điện thoáng qua để trang bị thêm các thiết bị ví dụ như chuyển đổi nguồn dự trữ, chiếu sáng sự cố.

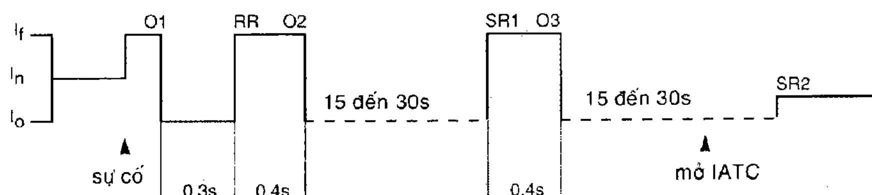
1 chu trình RR + 1SR



2 chu trình 2SR
a- sự cố trên dây phân phối chính



b- sự cố trên phân đoạn nuôi qua IACT



O = mở máy cắt
RR = đóng lại nhanh
SR = đóng lại chậm

I_n = dòng định mức tải
I_f = dòng sự cố
I_o = dòng 0

Hình C11. Chu kỳ tự động đóng lại của máy cắt điều khiển trục phân phối trung áp dạng tia.

Lưới cáp ngầm

Sự cố của lưới cáp ngầm có thể do sự bất cẩn của nhân viên gây nên, như nối cáp v.v... Tuy nhiên sự cố thường xảy ra do các thao tác từ các dụng cụ như cuốc chim, mũi khoan, máy đào v.v...

Hư hỏng cách điện thường xảy ra tại những hộp nối đầu (cuối) do quá áp, nhất là tại những điểm có nối dây trên không. Trong trường hợp này, quá áp thường có nguồn gốc khí quyển và hiệu ứng phản xạ sóng điện từ phóng tại hộp nối có thể tạo sự hư hỏng cách điện của hộp cáp (nơi đây có sự thay đổi đột ngột tổng trở sóng). Các thiết bị chống quá áp như chống sét van thường được đặt ở những nơi này. Sự cố ở lưới cáp ngầm thường ít hơn so với lưới trên không, song là sự cố kéo dài đòi hỏi nhiều thời gian hơn để định vị và sửa chữa. Khi sự cố xảy ra trong mạch vòng, cung cấp điện sẽ nhanh chóng được phục hồi khi phân đoạn sự cố được xác định.

Tuy nhiên, nếu sự cố xảy ra trên trục phân phối dạng tia, thời gian mất điện có thể tới vài giờ và ảnh hưởng đến hộ tiêu thụ nằm phía sau điểm sự cố. Dù sao đi nữa, nếu độ tin cậy cung cấp điện là bức thiết, thì luôn phải có nguồn dự phòng. Nguồn dự phòng này sẽ được mô tả ở chương F, mục 2.1

Điều khiển từ xa lưới trung thế

Điều khiển tập trung từ xa được dựa trên hệ thống SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) và những phát triển mới trong kỹ thuật thông tin (IT). Điều này càng trở nên thông dụng trong các nước mà sự phức tạp của hệ thống nhiều liên kết biện hộ cho chi phí để điều khiển.

Điều khiển từ xa các máy cắt và thiết bị đóng cắt trung thế các bộ đổi nấc đầu phân áp v.v... từ phòng điều khiển trung tâm hoặc các trung tâm điều khiển di động là có thể được.

2. TRẠM KHÁCH HÀNG

Các hộ tiêu thụ công suất lớn thường được cung cấp từ lưới trung thế.

Ở lưới hạ thế (120/208V, 3 pha 4 dây), phụ tải 50 kVA được coi là lớn, trong khi đó, ở lưới 240/415V 3 pha, một phụ tải có công suất vượt quá 100 kVA mới được coi là lớn. Hai điện áp này là phổ biến trên thế giới. Tiêu chuẩn IEC sẽ giới thiệu tiêu chuẩn toàn cầu 230/400V cho lưới 3 pha 4 dây. Đó là mức điện áp "dung hòa" và cho phép các hệ thống điện vận hành với 220/380V và 240/415V, hoặc xấp xỉ. Đồng thời nó cũng cho phép tuân thủ các tiêu chuẩn đã đề ra bằng cách chỉnh định các đầu phân áp của bộ điều áp không tải của các biến áp phân phối.

Khoảng cách truyền tải là một yếu tố cần lưu ý cho lưới trung và hạ thế. Việc truyền tải công suất tải nhỏ song đi xa cho lưới nông thôn là một ví dụ.

Quyết định cấp điện bằng điện áp trung hoặc hạ sẽ phụ thuộc vào các tình hình cụ thể của địa phương và những điều đã nói trên, và được cơ quan ngành điện cho phép.

Khi lấy điện từ trung thế, sẽ có hai kiểu phổ biến:

1. Ngành điện xây trạm chuẩn gần địa phận của khách hàng. Tuy nhiên biến áp trung/hạ sẽ được đặt trong phòng bên trong địa phận của khách hàng, gần với tâm phụ tải.
2. Khách hàng xây trạm riêng trên địa phận của mình. Ngành điện sẽ đặt các liên kết trung thế tại đó.

Ở phương pháp 1, ngành điện quản lý trạm, cáp tới biến áp, biến áp, phòng biến áp và họ được phép tiếp cận chúng.

Các phòng biến áp do khách hàng xây bao gồm cả chân cột (tường), rãnh thoát dầu, tường chịu lửa, hệ thống thông gió, chiếu sáng, nối đất, tất cả đều được ngành điện phê chuẩn.

Thiết bị đo đếm cũng sẽ được đi vào hạng mục các phí tổn cung cấp điện.

2.1 Các trình tự thiết lập một trạm điện mới

Người tiêu thụ phải cung cấp thông tin cho cơ quan cung cấp điện ngay từ đầu dự án.

Thông tin ban đầu

Trước khi thương thảo với nhà cung cấp, cần xác định các yếu tố cơ bản sau:

+ nhu cầu công suất lớn nhất.

Xác định thông số này theo cách mô tả trong chương B và phải tính đến khả năng phát triển tải trong tương lai. Các yếu tố để đánh giá trong giai đoạn này là:

- hệ số sử dụng (k_U);
- hệ số đồng thời (k_S).

+ sơ đồ mặt bằng và mặt đứng của trạm điện tương lai. Sơ đồ phải chỉ rõ phương tiện tiếp cận trạm điện với kích thước hạn chế có thể, ví dụ như hành lang vào, độ cao trần cùng với khả năng chịu tải, chú ý rằng :

- nhân viên ngành điện được tự do tiếp cận thiết bị trung thế trong trạm;
- chỉ nhân viên có thẩm quyền và có trình độ phía khách hàng mới được phép vào trạm.

Mức độ liên tục cung cấp điện

Hộ tiêu thụ phải đánh giá hậu quả của sự cắt điện:

- mất mát sản phẩm;

- an toàn của người thao tác và thiết bị.

Nghiên cứu dự án

Từ thông tin cung cấp, ngành điện phải chỉ ra:

+ loại hệ thống cung cấp và xác định:

  - kiểu hệ thống điện : dây trên không hay cáp ngầm;
  - chi tiết kết nối: liên kết đơn, lưới mạch vòng, các đường dây cung cấp đi song song v.v..;
  - giới hạn công suất (kVA)và dòng ngắn mạch;

+ điện áp định mức và điện áp lớn nhất của thiết bị đang tồn tại hay sẽ có trong tương lai.

+ chi tiết đo đếm để xác định:

  - giá thành kết nối vào mạng;
  - chi tiết thanh toán (tiêu thụ và chi phí).

Thực hiện

Trước khi lắp đặt phải có sự đồng ý chính thức của ngành điện. Các yêu cầu xin phê chuẩn phải kèm theo các thông tin sau (dựa trên những điều nêu trên):

- vị trí của trạm;
- sơ đồ nguyên lý của mạch điện và kết nối cùng với mạch tiếp đất;
- chi tiết của thiết bị bao gồm đặc tính kỹ thuật;
- sơ đồ phân bố thiết bị và đo đếm;
- bố trí bù (nếu cần);
- bố trí nguồn máy phát dự phòng khi có sự cố (trung hay hạ thế), nếu cần.

Vận hành thử

> *Sau khi thí nghiệm và kiểm tra lưới do cơ quan thí nghiệm độc lập tiến hành, một giấy phép được ban hành cho phép trạm hoạt động.*

Thí nghiệm vận hành phải được thực hiện trước khi nhà chức trách cho phép đóng điện. Thí nghiệm bao gồm:

- đo điện trở nối đất;
- tính liên tục của các dây nối đất đẳng thế và an toàn;
- kiểm tra và thí nghiệm tất cả các thiết bị trung thế;
- kiểm tra cách điện của thiết bị phía sơ cấp;
- kiểm tra độ bền điện môi của dầu biến áp (và dầu máy cắt nếu có);
- kiểm tra và thí nghiệm lắp đặt hạ thế trong trạm;
- kiểm tra tất cả khóa liên động (cơ hoặc điện) và các trình tự tự động;
- kiểm tra hoạt động rơle bảo vệ và các chỉnh định.

Cũng cần phải kiểm tra tất cả các thiết bị được cung cấp sao cho mọi thao tác phải được thực hiện an toàn.

Khi nhận giấy chứng nhận, đại diện phía cấp điện sẽ đóng điện nguồn và kiểm tra hoạt động của thiết bị đo đếm. Nhà thầu lắp đặt chịu trách nhiệm thí nghiệm và kết nối mạng hạ thế.

Khi trạm đi vào hoạt động:

- trạm và các thiết bị thuộc về khách hàng;
- ngành điện sẽ kiểm tra thường xuyên thiết bị trung thế trong trạm, ví dụ như hai dao cắt tải đầu vào, dao cắt biến áp (hay

máy cắt) trong trường hợp mạch vòng, cùng với các dao tiếp đất có liên quan;

- đại diện của ngành điện có quyền tuyệt đối thao tác các thiết bị phía trung áp;
- khách hàng chỉ có quyền điều khiển độc lập dao cắt trung thế (hay máy cắt) của biến áp;
- khách hàng chịu trách nhiệm bảo trì thiết bị trạm và phải yêu cầu phía cung cấp cô lập và nối đất thiết bị đóng cắt để tiến hành bảo trì. Ngành điện phải đưa ra giấy phép có ký tên cho nhân viên bảo trì của khách hàng cùng với chìa khóa của các dao cách ly trong các mạch tương ứng.

3. CÁC SƠ ĐỒ BẢO VỆ TRẠM

Mục tiêu của bảo vệ trong ngành năng lượng điện là nhằm đảm bảo an toàn cho người, bảo vệ chống những mối nguy hiểm hoặc hư hại tài sản, nhà máy và các thiết bị.

Có thể sắp xếp các mục tiêu này như sau:

- bảo vệ người và vật chống nguy hiểm do quá điện áp và điện giật, cháy, nổ, và hơi độc v.v...;
- bảo vệ nhà máy, thiết bị và các thành phần khác trong hệ thống điện chống nguy hiểm do ngắn mạch, sét đánh trực tiếp và sự không ổn định của hệ thống (mất đồng bộ) v.v...;
- bảo vệ người và nhà máy không bị nguy hiểm do vận hành sai hệ thống điện bằng cách sử dụng các khóa liên động cơ hay điện. Tất cả các thiết bị đóng cắt (gồm cả bộ chỉnh đầu phân áp máy biến áp v.v..), phải có các giới hạn vận hành rõ ràng. Có nghĩa là thứ tự thao tác của các thiết bị đóng cắt khác nhau để đảm bảo an toàn khi đóng hay mở phải được tuân thủ

nghiêm ngặt. Các khóa liên động và các mạch điện điều khiển tương tự thường dùng để đảm bảo thao tác vận hành theo thứ tự chính xác. Mô tả chi tiết các sơ đồ bảo vệ nằm ngoài phạm vi của quyển sách này, song các tiểu mục tiếp theo sẽ cung cấp các nguyên lý cơ bản. Các giải thích chi tiết cần thiết để đơn giản hóa nghiên cứu sẽ được cho trong phụ lục.

3.1 Bảo vệ chống điện giật và quá điện áp

Bảo vệ chống điện giật và quá áp liên quan chặt chẽ tới hệ thống nối đất hiệu quả và áp dụng các nguyên tắc môi trường đẳng thế.

Bảo vệ chống điện giật

Biện pháp bảo vệ chống điện giật do hai mối nguy hiểm chính sau:

- chạm trực tiếp vào dây mang điện (active conductor);
- chạm vào thiết bị bị chạm vỏ do có hư hỏng cách điện của vỏ thiết bị (chạm gián tiếp).

Có thể kể đến dạng nguy hiểm thứ ba về điện do điện áp bước đặt lên người khi người đi vào vùng có dòng chạy vào đất. Lúc này sẽ có dòng điện chạy từ chân này sang chân kia của người và trong thực tế nó sẽ gây nguy hiểm đối với người và các con vật 4 chân. Mối nguy hiểm khác là điện áp tiếp xúc đặt giữa tay và chân người khi người sờ tay vào vỏ thiết bị đặt trong vùng có đường phân bố thế. Lúc này sẽ có dòng đi từ tay xuống chân người (2 chân).

Các súc vật có 4 chân và có khoảng bước chân sau – chân trước lớn rất nhạy cảm đối với điện áp bước và bị điện giật chết khi đi vào vùng có sự phân bố thế gây ra do trung tính lưới hạ áp nối đất qua điện trở không đủ nhỏ. Gradient điện thế trên mặt đất có thể giảm tới mức an toàn bằng các biện pháp như ở phụ lục C2. Vấn đề gradient điện thế

nói trên thường không xảy ra nếu các dây đẳng thế liên kết đúng tất cả các vỏ kim loại và vật dẫn tự nhiên với dây nối đất.

Bảo vệ chống điện giật do chạm trực tiếp

Biện pháp chủ yếu chống chạm điện trực tiếp là đặt tất cả các phần dẫn điện trong vỏ bọc cách điện, hoặc đặt ngoài tầm với tới (đặt sau rào chắn cách điện hoặc trên cao) hoặc dùng vật chắn.

Khi các thiết bị như máy biến áp, động cơ, các thiết bị điện dân dụng khác có phần vỏ bằng kim loại, vỏ kim loại này sẽ được nối vào dây nối đất bảo vệ của mạng điện. Đối với thiết bị gia dụng hạ áp, điều này được thực hiện bằng cách sử dụng ổ cắm 3 chấu.

C.C

Bảo vệ chống chạm điện gián tiếp

Người chạm vào vỏ thiết bị bị chạm như mô tả trên được gọi là chạm điện gián tiếp. Lúc này sẽ xuất hiện dòng đi qua người, song song với dòng rò đi trong dây nối đất vỏ các thiết bị.

Trong mạng hạ áp, các thí nghiệm cho thấy rằng nếu điện áp so với đất ≤ 50V ở nơi khô ráo, hoặc 25V nơi ẩm ướt như phòng tắm sẽ không gây nguy hiểm.

Trong mạng cao và trung áp không thể giảm điện áp so với đất của các vỏ thiết bị khi có hiện tượng chạm vỏ xuống thấp hơn 50V bằng cách thực hiện các điện cực nối đất được, mà phải thực hiện lưới đẳng thế (xem mục 1.1).

Bảo vệ chống quá điện áp

Quá điện áp có thể xảy ra do hư hỏng cách điện phía trung thế làm xuất hiện điện áp ở phía thứ cấp. Ngoài ra còn có thể kể một số tình trạng sau:

- sóng quá điện áp khí quyển;
- chạm đất một pha trong mạng có trung tính không nối đất hoặc nối đất qua điện trở lớn;

- cộng hưởng sắt từ;
- đóng bộ tụ bù;
- cắt ngắn mạch bằng máy cắt hay đứt cầu chì.

Quá điện áp được phân loại theo các tính chất sau:

- theo thời gian tồn tại: lâu dài, quá độ, nhất thời (thoáng qua);
- theo tần số: tần số hệ thống, tần số sóng hài, tần số cao, sóng một hướng (unidirectional).

Quá điện áp khí quyển:

Bảo vệ chống dạng quá điện áp này phải được thực hiện khi trạm được cấp nguồn trực tiếp bằng đường dây trên không. Biện pháp thường dùng nhất là sử dụng cái chống sét (Lightning Arrestor (LA)) thực chất là các điện trở phi tuyến. Các LA được nối song song từ các dây pha xuống đất (hệ thống nối đất của trạm) và đặt càng gần điểm vào trạm càng tốt.

Đối với các trạm biến áp khách hàng, bảo vệ này được thực hiện nhờ:

- LA (đặt trên từng pha) và đôi khi các LA này được mắc nối tiếp với một thiết bị để tác động tự động cắt máy cắt (xem chương L),
- giảm điện trở nối đất của trạm xuống mức thấp nhất có thể để tránh hiện tượng chọc thủng cách điện phía hạ áp do việc tăng điện thế của hệ thống nối đất khi có dòng điện xung sét đi vào đất.

Để tránh sét đánh trực tiếp, nên sử dụng điện cực phóng điện (loại Franklin) hoặc dây chống sét nối vào hệ thống nối đất của trạm.

Chú ý rằng đối với cấp điện áp $U \leq 35kV$, sóng điện áp xuất hiện do sự đóng cắt các máy cắt ít nguy hiểm hơn xung sét vì vậy các thiết

bị bảo vệ sét cảm ứng có thể đảm bảo chống xung quá điện áp do đóng cắt.

C.C

1

điện trở cách điện

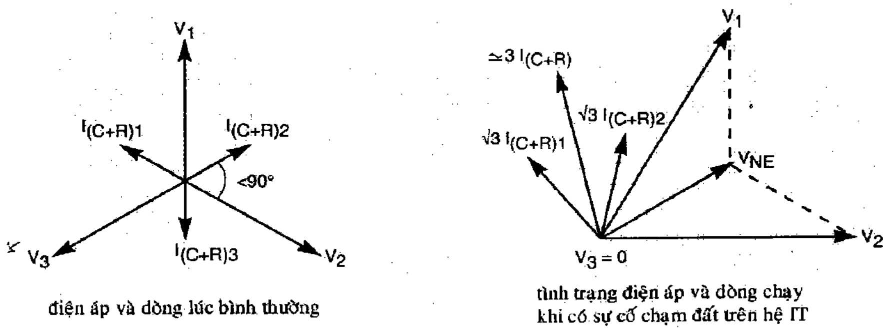
dung dẫn của dây

N

2

3

dòng chạm đất tính bằng mili ampe phụ thuộc vào kích thước của mạng



điện áp và dòng lúc bình thường

tình trạng điện áp và dòng chạy khi có sự cố chạm đất trên hệ IT

Hình C12. Sự cố chạm đất trong mạng IT.

Sự cố chạm đất trong mạng IT

Trong tình trạng làm việc bình thường, các pha đều có cùng điện thế so với đất và bằng điện áp pha. Giá trị này phụ thuộc điện dung và điện trở cách điện của các dây pha so với đất. Khi hệ thống không có sự cố, các thông số này là bằng nhau cho cả 3 pha và điểm trung tính của thứ cấp máy biến áp sẽ có thế xấp xỉ bằng 0 so với đất.

Khi một pha bị chạm đất, điện áp giữa các pha không đổi, điện áp các pha so với đất sẽ thay đổi. Sự bảo toàn vectơ điện áp dây và dòng chạm đất có trị số nhỏ làm cho mạng IT được áp dụng ở những nơi cần đảm bảo liên tục cung cấp điện ngay cả khi có chạm đất một điểm.

Chú ý: Khi có chạm đất một điểm trong mạng IT và điểm trung tính của máy biến áp cách ly:

- thế của trung tính sẽ tăng lên bằng điện áp pha so với đất;

- điện áp pha bị sự cố sẽ bằng 0 so với đất;

- điện áp các pha không bị sự cố tăng lên $\sqrt{3}$ lần so với điện áp pha so với đất.

Do đó các thiết bị như máy biến áp, cáp và các thiết bị khác phải có mức cách điện bằng $\sqrt{3}$ U_{pha} so với đất khi được sử dụng ở mạng IT.

Cộng hưởng sắt từ

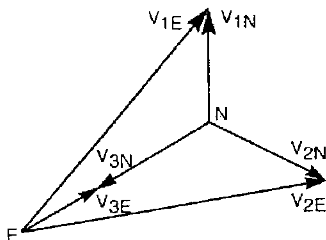
Đây là hiện tượng tự phát, nó xảy ra do tác động phức tạp giữa điện dung nội tại trong hệ thống và cảm kháng phi tuyến của máy biến áp hay cuộn kháng phụ thuộc phi tuyến theo điện áp khi mạch từ của các thiết bị này ở trạng thái bão hòa từ cao (do sự cố hay vận hành không bình thường). Hiện tượng cộng hưởng có thể xảy ra ở các tần số khác nhau, và có thể là cộng hưởng nối tiếp hay song song. Ngoài ra, cộng hưởng còn có thể xảy ra trên 1 hoặc 2 hay ở cả 3 pha của hệ thống.

Tất cả các máy biến áp của hệ thống đều có thể bị ảnh hưởng, kể cả các máy biến áp đo lường (voltage transformater VT). VT kiểu tụ đặc biệt dễ gây cộng hưởng ở sóng hài bậc phụ (1/3 tần số cơ bản). VT kiểu điện từ (rất thường dùng ở trung thế) tránh được khả năng cộng hưởng trên do:

- lõi của các VT được thiết kế để làm việc ở các mức độ có mật độ từ thông thấp;
- có các điện trở cản phía thứ cấp hoặc tam cấp của VT.

C.C

Ngoài khả năng cung cấp tín hiệu đo lường sai do hiện tượng cộng hưởng, các VT còn có thể bị quá áp lâu dài.



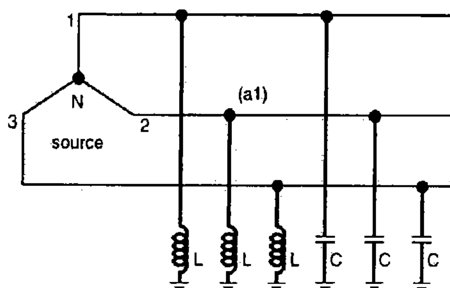
Hình C13. Giản đồ vectơ trình bày sự dịch điểm trung tính do hiện tượng cộng hưởng sắt từ ở tần số 50 Hz.

Ngoài các điều lưu ý nói trên, tình trạng sau đây có thể xuất hiện. Điều này liên quan tới mạng kiểu IT, trung tính có thể bị dịch (so với đất) do đó điện áp của các pha có thể tăng giá trị vượt U_{pha} (xem hình C13). Điều kiện bão hòa 2 trong 3 lõi sắt của VT loại 1 pha - xem hình C14, có thể do quá áp tạm thời như đã mô tả ở hình C12 (như ngắn mạch thoáng qua do chim chóc, cành cây, do gió thổi v.v..).

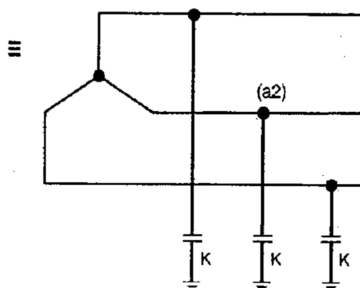
Sự quá áp làm bão hòa hai lõi sắt của hai VT một pha do đó sẽ tạo ra điện cảm phi tuyến có giá trị thấp hơn giá trị bình thường.

Sự kết hợp song song giữa điện dung pha - đất và điện cảm pha - đất trong điều kiện làm việc bình thường được xem như một điện dung K vì giá trị dung kháng nhỏ hơn giá trị cảm kháng. Khi hai VT một pha bị bão hòa, sự kết hợp này sẽ biến trị số điện dung K thành điện cảm H trên hai pha.

Xem hình C14 a) và C14 b)



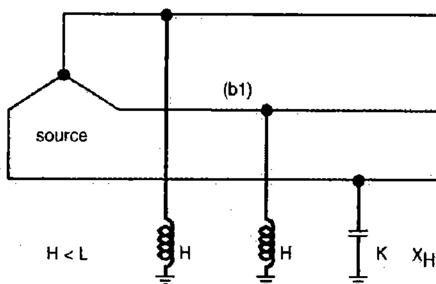
≡



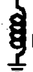
a. mạch khi bình thường

K < C

ở tần số hệ thống bình thường



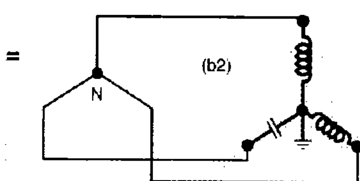






$X_H > X_K$ ở tần số cộng hưởng

≡



b. các mạch với pha 1 và 2 của lõi VT bão hoà

Hình C14. Mạch tương đương ở điều kiện cộng hưởng sắt từ.

Trên hình C14 (a1) ba điện kháng và ba dung kháng nối theo hình Y độc lập nhau nên không có dòng chạy quẩn giữa chúng với nhau.

Trên hình C14 (b2) có thể thấy rằng hai điện cảm và một điện dung liên kết thành một nhóm 3 pha không cân bằng, điểm chung là đất. Do đó với tải 3 pha không cân bằng, mạng 3 pha nối Y sẽ có trung tính thả nổi và trong trường hợp này trung tính sẽ bị lệch so với đất.

Xem cách tính đơn giản trong phụ lục C3 về việc xác định giản đồ vectơ của hình C13.

Lưu ý: vectơ biểu diễn ở hình C13 là gần đúng, nhưng đủ hữu ích, mô tả cho hiện tượng thực tế vì cùng biểu diễn các sóng hài dòng và áp. Tuy nhiên, trong điều kiện cộng hưởng ở tần số 50Hz (60Hz), các giá trị tần số công nghiệp chiếm ưu thế. Do vậy, đặc tính mạch chủ yếu tuân theo các đại lượng tần số công nghiệp và cho sự biểu diễn xấp xỉ bằng các vectơ. Các chi tiết cụ thể hơn về cộng hưởng có thể tham khảo trong Cahier Technique số 31 " Cộng hưởng sắt từ" của Merlin Gerin.

3.2 Bảo vệ điện

Bảo vệ quá dòng do quá tải và ngắn mạch được thực hiện nhờ các thiết bị bảo vệ đặt phía trước hoặc sau biến áp.

Các thiết bị này cắt dòng sự cố và chúng có thể là:

+ cầu chì hoặc phối hợp với LBS;

+ cuộn cắt trong CB hạ thế sẽ tác động khi có sự cố (hoặc quá tải);

+ rơle:

- *rơle điện được nuôi từ biến điện áp hoặc biến dòng;*
- *rơle áp suất;*
- *thermostats;*
- *rơle khí (Buchholz, v.v);*
- *rơle dầu.*

Tổng quan: Mạng điện và các thiết bị trong trạm phải được bảo vệ sao cho tình trạng quá dòng và áp phải được nhanh chóng loại ra khỏi hệ thống trước khi gây nguy hiểm và hư hỏng. Các thiết bị sử dụng trong trạm biến áp có các định mức về khả năng chịu quá dòng và quá áp trong khoảng thời gian rất ngắn, vì vậy các qui tắc bảo vệ là để đảm bảo các mức chịu đựng này không bị vượt quá. Điều này có nghĩa là các tình trạng sự cố phải được xóa nhanh tới mức có thể, trong giới hạn cho phép, nhằm đạt độ tin cậy cao nhất.

Quá dòng do quá tải thường cho phép kéo dài lâu hơn quá dòng do ngắn mạch và vài thiết bị bảo vệ được thiết kế làm việc theo tốc độ tăng của dòng (ví dụ đặc tuyến phụ thuộc ngược thời gian – dòng của rơle quá dòng).

Ngoài bảo vệ quá áp như đã trình bày trong mục C3.1, các bảo vệ về điện được cung cấp để tránh các tình trạng sau:

- quá tải (có nghĩa dòng tăng cao nhưng không phải do sự cố ngắn mạch);
- sự cố máy biến áp;
- ngắn mạch giữa các pha;
- ngắn mạch chạm đất.

Thường được bảo vệ bằng:

- CB đầu ra máy biến áp;
- các thiết bị kiểm tra lắp sẵn trong máy biến áp;
- máy cắt hay cầu chì (có hoặc không kết hợp với LBS) phía sơ cấp của MBA.

Việc chọn các bảo vệ thích hợp phụ thuộc tính chất của trạm được bảo vệ và các thiết bị bảo vệ phía trung áp phải phối hợp với các bảo vệ phía hạ áp.

Bảo vệ quá tải

Quá tải thường là do nhu cầu ngẫu nhiên của một số các phụ tải nhỏ, do sự gia tăng nhu cầu phụ tải của mạng, do mở rộng xí nghiệp, công trình v.v.. Sự tăng tải làm tăng nhiệt độ của các dây dẫn và của máy biến áp.

Khi nhiệt độ vượt quá giới hạn cho phép của thiết bị, nó sẽ làm tăng tốc độ già cỗi của cách điện, giảm tuổi thọ của thiết bị. Thiết bị chống quá tải thường được đặt ở phía sau máy biến áp đối với trạm biến áp khách hàng, nhưng thường được đặt phía trước trạm biến áp công cộng.

C.C

Bảo vệ máy biến áp (MBA)

Quá tải: Bảo vệ chống quá tải được thực hiện bằng cách sử dụng rơle quá tải có trễ (hoặc là loại rơle nhiệt có thanh lưỡng kim hoặc thiết bị điện tử). Bảo vệ này sẽ tác động cắt mạch phía đầu ra của MBA. Thời gian trễ này nhằm đảm bảo không cắt nhầm MBA trong trường hợp quá tải ngắn hạn.

Các hình thức bảo vệ khác:

- đối với loại máy biến áp kiểu treo, rơle nhiệt thường được sử dụng. Các rơle này cảm nhận nhiệt độ cuộn dây MBA với mức chính xác đủ để đảm bảo an toàn cho cách điện;

- đối với máy biến áp khô sẽ sử dụng bộ cảm biến nhiệt độ được cài ở phần nóng nhất của cách điện các cuộn dây để báo tín hiệu và tác động cắt máy biến áp.

Các máy biến áp làm mát bằng dầu có công suất lớn thường có các thermostat với hai trị số đặt, một để báo tín hiệu và một để cắt máy biến áp.

Các sự cố bên trong máy biến áp

Bảo vệ máy biến áp chống các dạng sự cố bên trong thùng dầu máy biến áp được thực hiện đối với máy biến áp có thùng dầu phụ và

thường sử dụng rơle cơ loại Buchholz. Các rơle này có thể kiểm tra sự tích tụ chậm hơi do dầu máy biến áp bốc do hồ quang xuất hiện chỗ chạm các cuộn dây vì hư hỏng cách điện, hoặc do sự xâm nhập của không khí khi dầu bị rò.

Rơle hơi mức một thường cho tín hiệu báo động, mức hai sẽ tác động cắt máy cắt phía sơ cấp.

Khả năng kiểm tra đột biến về sự bốc hơi của dầu máy biến áp trong rơle Buchholz cho phép cắt máy cắt nằm phía sơ cấp máy biến áp một cách tức thời nếu xung dầu xảy ra trong ống nối thùng dầu phụ và chính.

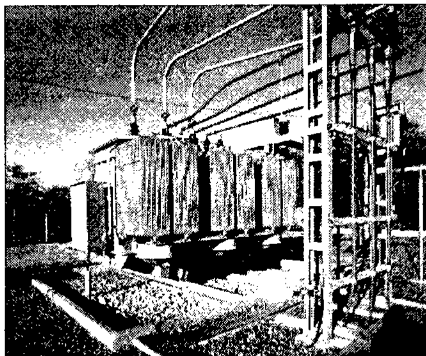
Sự đột biến về xung do dịch chuyển dầu chỉ có thể xảy ra do sự tạo bọt khí gây bởi hồ quang dòng ngắn mạch trong dầu.

Tất cả máy biến áp đều được lắp vài loại rơle bổ sung loại quá áp suất nhằm giới hạn sự tăng áp suất dầu tới mức lớn có thể gây phá hủy thùng máy biến áp.

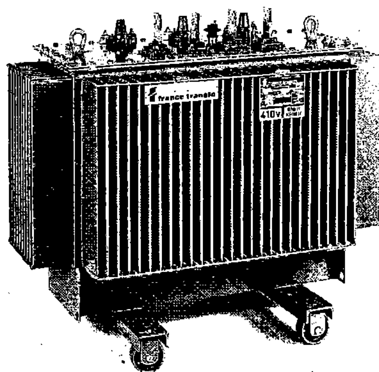
Với loại máy biến áp công suất lớn ≥ 10MVA hiện nay, hệ thống tản nhiệt làm mát được thiết kế kiểu đối lưu. Do đó sự dãn dầu sẽ không gây nên tăng áp suất, nhờ các cánh tản nhiệt (xem hình C16). Trong trường hợp này rơle hơi kiểu Buchholz không áp dụng được, người ta sử dụng thiết bị bảo vệ "DGPT" gồm các chức năng:

- kiểm tra lượng hơi bốc ra;
- kiểm tra quá áp suất;
- kiểm tra quá nhiệt độ.

Hai điều kiện đầu sẽ tác động máy cắt phía sơ cấp biến áp còn điều kiện thứ ba sẽ cắt máy cắt phía thứ cấp.



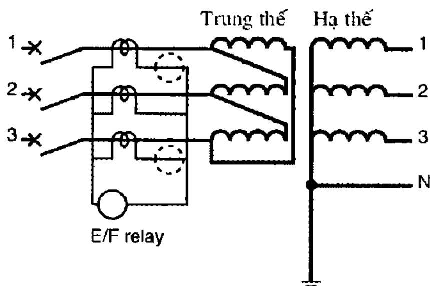
Hình C15. Máy biến áp có thùng dầu phụ.



Hình C16. Máy biến áp đầy dầu.

Bảo vệ ngắn mạch

Ngắn mạch có thể xảy ra giữa các dây pha, pha- đất, hoặc giữa 3 pha. Sự cố ngắn mạch giữa cuộn dây sơ và cuộn dây thứ sẽ tạo thành dạng ngắn mạch chạm đất đối với cuộn sơ nếu cuộn thứ nối đất (thường rất phổ biến). Khi cuộn hạ áp của máy biến áp nối sao có trung tính không nối đất, máy biến áp cung cấp điện cho mạng kiểu IT thường có thiết bị bảo vệ chống quá điện áp. Thiết bị này sẽ tác động để nối trung tính cuộn hạ của máy biến áp trực tiếp xuống đất. Sự cố chạm đất phía cuộn dây sơ cấp có thể gây nguy hiểm do điện áp lan truyền sinh ra như đã trình bày trong mục 1.1. "Các hình thức nối đất". Vì lý do này, bảo vệ chống chạm đất có độ nhạy và tốc độ cao được coi là tiêu chuẩn đối với phía sơ cấp của máy biến áp phân phối công cộng và biến áp phân phối khách hàng. Sơ đồ trên hình C17 có thể áp dụng đối với máy biến áp có cuộn sơ cấp nối tam giác hoặc sao trung tính không nối đất. Sơ đồ này được gọi là "Bảo vệ chống chạm đất có giới hạn" (Restricted Earth Fault).



Hình C17. Bảo vệ chống chạm đất phía cuộn dây sơ cấp.

Sơ đồ này (Restricted Earth Fault - REF) sẽ phát hiện sự cố chạm đất chỉ khi nào sự cố này xảy ra ở cuộn sơ cấp hay ở phía sau của biến dòng tới đầu cuộn dây.

Ưu điểm của sơ đồ bảo vệ này là:

- đơn giản và giá lắp đặt thấp;
- tác động tức thời;
- độ nhạy cao;

- hạn chế tới mức thấp nhất mối nguy hiểm của điện áp lan truyền (do tác động cắt mạch tức thời);
- không cần phải phối hợp với các bảo vệ phía sau: sự cố chạm đất xảy ra phía hạ áp sẽ được coi như ngắn mạch trên pha- pha phía sơ cấp. Do đó, bảo vệ REF sẽ không làm việc (xem hình AC1-2(c) trong phần phụ lục C1).

Thường trên mạng công cộng không có CB phía hạ áp mà chỉ đơn giản là cầu dao phụ tải (Load break switch). Rơle bảo vệ quá dòng (chỉ cần 2 bộ) được nối nối tiếp với các biến dòng trên mạch nối REF, như hình vẽ phần đứt nét trên hình C17. Những rơle quá dòng này đảm bảo nhiệm vụ chống ngắn mạch và quá tải phía sau của máy biến dòng. Tuy nhiên cần phải phối hợp chặt chẽ với các thiết bị bảo vệ quá dòng phía hạ áp.

Ghi chú:

Khi dòng ngắn mạch đạt trị số thấp, nên đặt 3 rơle quá dòng vì đối với máy biến áp có tổ đấu dây Δ/Y, ngắn mạch pha – pha phía hạ áp sẽ cho phân bố dòng trên phía sơ cấp theo tỉ lệ 2:1:1 (xem hình AC1-2 (b); phụ lục C1).

Do tính hiệu quả của sơ đồ bảo vệ REF để bảo vệ chống nguy hiểm do sự lan truyền điện áp và do tính đơn giản của sơ đồ, người ta khuyến cáo nên sử dụng sơ đồ này kể cả trường hợp phía trung áp có đặt máy cắt.

Chọn thiết bị bảo vệ đặt phía trước máy biến áp cho trạm biến áp khách hàng

Theo tiêu chuẩn của một vài quốc gia*, sự chọn lựa này được thực hiện theo hai trị số dòng điện:

+ dòng chuẩn I_b, giá trị của nó sẽ là:

* các tiêu chuẩn này không tương đương với tiêu chuẩn IEC.

- nếu được đo phía thứ cấp, đây sẽ là dòng định mức thông thường của máy biến áp;
- nếu được đo phía sơ cấp, dòng này sẽ là tổng của dòng định mức thông thường của máy biến áp và của các máy móc khác làm việc ở mức điện áp trung áp khác (ví dụ các động cơ, v.v.).

+ giá trị nhỏ nhất của dòng ngắn mạch 3 pha trung áp tại điểm lắp đặt.

Khi dòng chuẩn nhỏ hơn 45A và chỉ có một máy biến áp, có thể thực hiện bảo vệ bằng cầu chì hoặc máy cắt.

Khi dòng chuẩn bằng hoặc lớn hơn 45A hoặc khi có nhiều máy biến áp, sẽ cần phải sử dụng máy cắt để thực hiện nhiệm vụ bảo vệ.

Căn cứ theo dòng đầy tải phía sơ cấp của máy biến áp xét theo điều kiện < 45A, trị số định mức kVA chuẩn của các máy biến áp theo tiêu chuẩn IEC được cho trong bảng C18.

Bảng C18. Công suất giới hạn của các máy biến áp khi dòng sơ cấp tối đa không vượt quá 45 A

Điện áp sơ cấp (kV)		Công suất chuẩn tối đa của máy biến áp theo tiêu chuẩn IEC (kVA)
định mức (thiết bị)	định mức (lưới)	
3,6	3 3,3	250
7,2	4,16 6 6,6	500
12	10 11	800
17,5	13,8 15	1250
24	20 22	1600
36	33	2500
40,5	36,5	3150

Bảo vệ bằng cầu chì

Mối liên quan giữa dòng chuẩn I_b, dòng định mức của cầu chì I_n và dòng ngắn mạch phía sơ cấp của máy biến áp I_C được xác định theo tiêu chuẩn quốc gia và có thể theo quan hệ sau:

- khi trạm chỉ có một máy biến áp, dòng định mức của cầu chì I_n phải thỏa mãn các quan hệ sau:

$$I_n > 1,4\ I_b \text{ và } I_n < \frac{I_C}{6}$$

I_n - dòng định mức của cầu chì;

I_b - dòng định mức sơ cấp của biến áp;

I_C - dòng nhỏ nhất phía sơ cấp khi có ngắn mạch trên đầu cuộn dây thứ cấp;

- khi trạm được cung cấp bằng đường dây trên không, hoặc khi mạng hạ áp rất nhạy với điều kiện áp bị mất đối xứng (ví dụ khi mạng có nhiều tải động cơ 3 pha), khi xảy ra hư hỏng của một cầu chì nên cắt cả 3 pha nhờ tác động của hệ thống tự động cắt mạch của LBS trung áp (ví dụ tổ hợp dao cắt - cầu chì).

Dòng chuẩn định mức của cầu chì theo tiêu chuẩn IEC 282-1 được liệt kê trong bảng C19.

Cần chú ý là sau khi có một hoặc vài cầu chì tác động cắt ngắn mạch hoặc quá tải, cả ba cầu chì trên ba pha nên được thay vì rất có thể các cầu chì không đứt trong quá trình xảy ra sự cố đã bị xuống cấp do phải chịu dòng điện lớn đi qua.

Bảo vệ bằng máy cắt

> *Khi trạm được cấp nguồn thông qua một máy cắt trung áp, cần phải đảm bảo là các điều kiện bất thường (sự cố ngắn mạch hoặc quá tải, ...) trong mạch hạ áp sẽ không làm các rơ le bảo vệ trên phía nguồn tác động nhầm.*

Bảng C19. Dòng định mức (A) của cầu chì trung thế để bảo vệ máy biến áp theo tiêu chuẩn IEC 282-1

Điện áp nguồn		Công suất định mức của máy biến áp (kVA)																
định mức của thiết bị	định mức của lưới	25	50	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
3,6	3	16	25	40	50	50	63	80	80	100	125	160	200	250				
	3,3	16	25	40	50	50	63	80	80	100	125	160	200	250				
7,2	4,16	10	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100	125	160	200	250			
	5,5	10	16	25	31,5	40	40	50	63	63	80	100	125	160	200	250		
	6	10	16	25	31,5	31,5	40	50	50	63	80	80	100	125	160	200	250	
	6,6	10	16	25	25	31,5	40	40	50	63	80	80	100	125	160	200	250	
12	10	6,3	10	16	25	25	31,5	31,5	40	50	50	63	80	80	100	125	160	200
	11	6,3	10	16	25	25	25	31,5	31,5	40	50	63	63	80	100	125	160	200
17,5	13,8	6,3	6,3	10	16	25	25	25	31,5	31,5	40	50	63	63	80	100	160	160
	15	6,3	6,3	10	16	16	25	25	31,5	31,5	40	50	50	63	80	80	100	160
24	20	6,3	6,3	10	10	16	16	25	25	31,5	31,5	40	50	50	63	80	80	160
	22	6,3	6,3	10	10	10	16	25	25	25	31,5	31,5	40	50	50	63	80	160
36	33	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	16	16	16	16	16	31,5	31,5	40	50	63	80
40,5	36,5	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	16	16	16	16	16	25	25	31,5	40	50	63

Để đảm bảo điều kiện này được tuân thủ, cơ quan điện lực phải xác định thời gian cắt sự cố cho phép lớn nhất đối với mạng hạ áp khi:

- ngắn mạch 3 pha;
- ngắn mạch 2 pha;
- ngắn mạch 1 pha với đất;
- ngắn mạch 2 pha với đất.

Mức dòng ngắn mạch 3 pha lớn nhất tại nơi lắp đặt cần được biết khi lập đồ án thiết kế mạng hạ áp nhằm đặt mua các thiết bị thích hợp. Để đảm bảo các thiết bị bảo vệ có thể tác động đúng, trị số dòng ngắn mạch 3 pha bé nhất cũng cần phải được công ty điện cung cấp .

Khi thiết kế sơ đồ bảo vệ của mạng, nguyên tắc căn bản phải tuân theo là máy cắt gần nguồn nhất sẽ có thời gian cắt ngắn mạch lâu nhất, trong trường hợp đang phân tích, đây là máy cắt phía trung áp của máy biến áp.

Tuy nhiên, thời gian cắt lâu nhất này không được vượt quá trị số được ngành điện lực cung cấp . Sự hạn chế về thời gian này được xác định bằng thời gian tác động của hệ thống bảo vệ rơle đặt phía máy cắt trung thế của máy biến áp như đã nói trên. Khi thực hiện bảo vệ chống chạm đất như đã trình bày, không cần phối hợp thời gian tác động với các bảo vệ khác khi phía sơ cấp của máy biến áp nối tam giác hoặc nối sao trung tính không nối đất. Lý do vì khi có chạm đất một pha phía hạ áp, dòng xuất hiện trên 2 pha phía sơ cấp giống tình trạng ngắn mạch pha – pha tại đây. Sự cố chạm đất tại phía trung thế của trạm có thể được loại bỏ tức thời nhờ sơ đồ bảo vệ REF.

Để cắt tức thời sự cố ngắn mạch pha – pha xảy ra ở phía sơ cấp, có thể sử dụng các thiết bị bảo vệ đơn giản tương tự như các rơle "trị số đặt cao".

Nguyên tắc " trị số đặt cao" dựa trên yếu tố nếu dòng đi qua thiết bị bảo vệ đủ lớn hơn trị số tác động của thiết bị này thì sự cố ất hẳn

được xảy ra trên phía sơ cấp vì khi ngắn mạch phía hạ áp hoặc trên các cuộn dây, dòng ngắn mạch sẽ không đủ lớn, làm cho các rơle phía sơ cấp không tác động được.

Các rơle quá dòng có trị số đặt cao này (2 hoặc 3 cái như được ghi chú trong phần "bảo vệ chống ngắn mạch ") sẽ được mắc nối tiếp với một rơle quá dòng có đặc tuyến thời gian phụ thuộc [t = f(I)]. Phần này được vẽ bằng nét đứt trên hình C17. Đối với máy biến áp loại phân phối, các rơle này thường được chỉnh định dòng đặt bằng 25 lần dòng đầy tải của máy biến áp. Bằng các biện pháp đơn giản nêu trên, việc loại bỏ tức thời sự cố ngắn mạch xảy ra ở phía sơ cấp của máy biến áp có thể được thực hiện mà không ảnh hưởng tới việc phối hợp giữa các thiết bị bảo vệ phía hạ áp.

Tuy nhiên, khi dòng ngắn mạch bé hơn dòng đặt của rơle có trị số đặt cao, rơle sẽ không tác động (vấn đề này không giống đối với sơ đồ bảo vệ REF vì sơ đồ này rất nhạy).

Trong những trường hợp đặc biệt, khi sự khác nhau giữa mức độ của dòng ngắn mạch cực đại và cực tiểu rất lớn, cần thiết phải sử dụng sơ đồ bảo vệ so lệch cho máy biến áp.

Bảo vệ so lệch dựa trên nguyên tắc so sánh dòng đi vào cuộn sơ cấp của máy biến áp với dòng đi ra khỏi cuộn thứ cấp (sau khi đã qui đổi thông qua các biến dòng để chúng cùng độ lớn và góc pha). Khi có sự lệch đáng kể giữa hai trị số dòng này, rơle sẽ tác động cắt máy cắt nối vào máy biến áp.

Mạch bảo vệ như vậy sẽ cung cấp độ nhạy thích hợp với tốc độ cắt sự cố cao và sẽ không ảnh hưởng tới việc phối hợp bảo vệ của các thiết bị phía hạ áp.

Cần phải ghi nhớ rằng các rơle tác động nhanh được sử dụng trong các sơ đồ bảo vệ REF, bảo vệ trị số đặt cao, bảo vệ so lệch phải được ổn định hóa nhằm tránh tác động sai do sự bão hòa của các biến dòng (ví dụ khi đóng máy biến áp).

Thường thường, bảo vệ REF, bảo vệ quá dòng có trị số đặt cao và bảo vệ so lệch được đặt trong cùng một hộp rơle.

Chọn thiết bị bảo vệ phía sau máy biến áp

Thiết bị bảo vệ máy cắt hạ thế (CB) hoặc cầu chì - cầu dao đặt sau máy biến áp phải tuân thủ các yêu cầu sau (IEC 364):

+ phải có dao cách ly (nhằm đảm bảo an toàn cho người), dao này có tiếp điểm khi mở tạo khoảng hở có thể nhìn thấy một cách rõ ràng;

+ có dòng định mức tương ứng với máy biến áp liên quan;

+ có dòng cắt định mức phù hợp với dòng ngắn mạch 3 pha phía thứ cấp (*).

(*) khi không có CB phía hạ áp hoặc không có cầu chì - cầu dao, bắt buộc phải có cầu dao cách ly cắt tải không tự động hạ áp và bảo vệ quá tải phải đặt phía trung áp.

+ có số cực phù hợp với kiểu sơ đồ nối đất của mạng:

- 4 cực, đối với sơ đồ nối đất kiểu IT có dây trung tính, sơ đồ TT và TN-S;

- 3 cực, đối với sơ đồ IT không có dây trung tính và mạng TN-C.

Bảng C20 liệt kê dòng định mức và dòng ngắn mạch, khi ngắn mạch ở đầu ra phía thứ cấp của máy biến áp theo tiêu chuẩn IEC cấp điện áp 20/0,4 (kV). Từ các số liệu này, tổng trở ngắn mạch là 4% đối với máy biến áp 100 kVA và 6,9% đối với máy biến áp 2000 kVA.

Tính chọn lọc giữa các thiết bị bảo vệ phía trước và sau máy biến áp

Trạm biến áp khách hàng với đo lường phía hạ áp cần phải đảm bảo tính tác động chọn lọc giữa cầu chì trung thế và CB hoặc cầu chì hạ thế. Cỡ chì phía trung thế sẽ được chọn tùy theo đặc tính của máy biến áp.

Bảng C20. Dòng ngắn mạch 3 pha của một số máy biến áp tiêu biểu

Công suất định mức của máy biến áp (kVA)	50	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Dòng định mức của máy biến áp I_r (A)	69	137	220	344	433	550	687	866	1100	1375	1718	2199	2749	3437
Dòng sự cố máy biến áp dầu (kA)														
P_{SC} = 250 MVA	1,71	3,40	5,41	8,38	10,5	13,2	16,4	20,4	17,4	21,5	26,4	33,1	40,4	49,1
P_{SC} = 500 MVA	1,71	3,42	5,45	8,49	10,7	13,5	16,8	21,0	17,9	22,2	27,5	34,8	43,0	52,9
Dòng sự cố máy biến áp khô I_{SC} (kA)														
P_{SC} = 250 MVA	1,14	2,28	3,63	5,63	7,07	8,93	11,1	13,9	17,4	21,5	26,4	33,1	40,4	49,1
P_{SC} = 500 MVA	1,14	2,28	3,65	5,68	7,14	9,04	11,3	14,1	17,9	22,2	27,5	34,8	43,0	52,9

Đặc tính cắt của CB phía hạ áp phải được chọn tùy theo điều kiện ngắn mạch hoặc quá tải phía sau vị trí đặt nó. CB sẽ cắt đủ nhanh nhằm đảm bảo cầu chì phía trung áp không bị ảnh hưởng bất lợi do dòng điện lớn đi qua chúng.

Những đường cong đặc tính cắt của cầu chì trung áp và CB hạ áp được cho trên đồ thị biểu diễn quan hệ thời gian cắt ứng với trị số dòng điện đi qua [t = f(I)]. Cả hai đường cong đều thuộc dạng tỉ lệ nghịch giữa thời gian/dòng (đường đặc tính của CB có đột biến tại giá trị dòng mà CB sẽ tác động cắt nhanh).

Dạng tiêu biểu của các đường cong được vẽ trên hình C21.

Để đảm bảo tính chọn lọc toàn bộ đường đặc tính của cầu chì trung thế phải nằm trên và bên phải của đường đặc tính CB hạ thế.

Để đảm bảo cầu chì trung thế không bị ảnh hưởng:

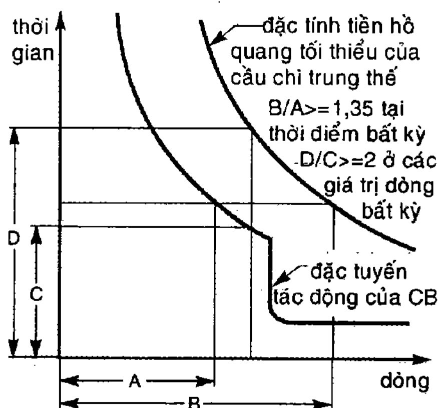
- phạm vi tiền hồ quang tối thiểu ứng với đặc tính của cầu chì trung thế cần nằm bên phải đặc tính làm việc của CB tương ứng bằng 1,35 hoặc lớn hơn (ví dụ tại thời điểm T, đường đặc tính của CB tương ứng trị số tác động 100A thì cầu chì trung áp phải có trị số dòng tác động là 135A hoặc lớn hơn, v.v..);

- thời gian tác động của cầu chì trung áp so với CB hạ áp phải lớn hơn gấp 2 lần tại một trị số dòng điện. Ví dụ khi dòng điện là I, theo đặc tính của CB thì thời gian tác động là 1,5s, tương ứng với dòng I này, theo đặc tính của cầu chì thời gian tác động phải là 3 s.

Các hệ số 1,35 và 2 dựa trên tiêu chuẩn về sai số chế tạo lớn nhất của cầu chì trung thế và CB hạ thế (theo Catalogue của hãng Merlin Gerin "Catalogue distribution HT MT 96" trang G29).

Để có thể so sánh được 2 đường cong đặc tính như đã nói trên, cần phải chuyển đổi dòng điện phía sơ về phía thứ hoặc ngược lại.

Hình C21 minh họa những yêu cầu đã nêu trên.



Hình C21. Sự phối hợp giữa tác động của cầu chì trung thế và đặc tính cắt của CB phía hạ thế khi thực hiện bảo vệ máy biến áp.

Khi sử dụng cầu chì - cầu dao phía hạ thế, nhất thiết phải tuân thủ việc tách rời 2 đường cong đặc tuyến làm việc của cầu chì trung thế và cầu chì hạ thế, điều này được xem xét trong phụ lục C1 (hình AC1-3).

Ghi chú: Trường hợp được sử dụng rộng rãi và đơn giản là khi máy cắt phía sơ cấp bao gồm các rơle REF, rơle có trị số đặt cao, và rơle quá dòng có đặc tính làm việc t = f(I) như đã mô tả trên, việc bảo vệ chống sự cố xảy ra trên cuộn dây hạ áp, trên đầu ra phía hạ áp tới CB tổng sẽ do bảo vệ quá dòng với đặc tính thời gian nghịch đặt phía sơ cấp đảm nhận.

Không bắt buộc đảm bảo sự chọn lọc giữa các rơle phía sơ cấp nói trên và CB bảo vệ phía thứ cấp vì khi xảy ra ngắn mạch trước hoặc sau CB hạ áp cũng đều làm cho mất điện nguồn.

Thông thường, dòng ngắn mạch 3 pha đầu ra phía hạ áp của máy biến áp phân phối đạt trị số 14-25 lần dòng đầy tải của máy biến áp.

Nếu ngắn mạch pha-đất xảy ra ngay phía trước CB hạ áp, giá trị này sẽ giảm xuống bằng khoảng 8 - 14 lần dòng đầy tải phía trung thế của máy biến áp và chỉ chạy trong 2 pha. Thời gian cắt của các rơle làm việc theo đặc tuyến t = f(I) trong trường hợp này có thể kéo dài tới mức không cho phép.

Giải pháp thích hợp cho vấn đề này là thực hiện việc nối đầu ra phía hạ áp một cách an toàn, cụ thể là các dây dẫn đầu ra này được đặt trong ống dẫn có vỏ bọc bằng kim loại. Giải pháp này về phương diện vị trí (những nơi cấm và chỉ cho phép nhân viên có thẩm quyền tiếp cận) thường được coi là thỏa mãn. Một giải pháp hoàn chỉnh (100%) là đặt bảo vệ tổng thể từ máy cắt trung thế tới CB hạ thế, chẳng hạn như sơ đồ bảo vệ so lệch đã trình bày.

C.C

Chỉnh định rơle chống sự cố chạm đất phía trung thế

Các rơle chống chạm đất có mức dòng đặt thấp, có nghĩa chúng là những thiết bị rất nhạy và có thể tác động cắt nguồn, tránh sự phát triển sự cố ngay ở giai đoạn đầu. Do vậy sẽ cực tiểu hóa được các sự hư hại về cách điện tại chỗ xảy ra sự cố, làm giảm mối nguy cơ về cháy.

Tuy nhiên cần phải chú ý để tránh làm tăng độ nhạy của bảo vệ (bằng việc chỉnh dòng đặt thấp) tới mức mà rơle có thể tác động khi sự cố chạm đất xảy ra trên các mạch lân cận (các rơle đặt trên các mạch này không tác động). Sự tác động sai này là do điện dung pha đất của dây pha và của tải được nối vào, và đặc biệt thường xảy ra trên mạng nối đất qua tổng trở (dạng thường gặp của lưới trung thế).

Trong các trường hợp thông thường, dòng điện dung pha-đất trên các pha có cùng biên độ (I_c) và tổng vectơ ba dòng điện dung này sẽ được gọi là dòng rò.Về mặt lý thuyết, khi mạng cân bằng, dòng rò này bằng không.

Ngắn mạch 1 pha-đất, như đã lưu ý trong phần“Sự cố chạm đất trong mạng nối đất kiểu IT“ mục 3.1 sẽ gây nên:

- điện áp của dây dẫn bị sự cố và toàn bộ phần dây dẫn trên pha bị sự cố trong phạm vi rộng quanh điểm xảy ra chạm đất bị giảm xuống trị số gần bằng không;

- điện áp so với đất của 2 pha không bị sự cố, trên phạm vi giống như pha bị sự cố, tăng lên $\sqrt{3}$ lần so với giá trị cũ.

Do đó, dòng rò trên toàn mạng điện chịu ảnh hưởng của sự tăng điện áp sẽ khác không. Trên phần mạng không bị sự cố gần chỗ xảy ra ngắn mạch, dòng rò đạt trị số là $3I_c$ như được minh họa trên hình C22.

Nếu mạch không sự cố có điện dung pha-đất đáng kể (đường dây dài hoặc cáp ngầm) dòng $3I_c$ sẽ được nhận biết bằng rơle bảo vệ chạm đất, và nếu trị số đặt của rơle trên mức nhạy cần thiết, rơle này sẽ tác động cắt mạch không bị sự cố.

Để tránh hiện tượng này, giá trị đặt bé nhất thích hợp đối với bảo vệ chống chạm đất thường là $6I_c$ (hệ số an toàn là 2) đối với mạng phân phối điện công nghiệp.

Hiện tượng này chỉ đáng lưu ý khi thiết kế mạng trung thế trong trường hợp máy cắt trung thế và các rơle bảo vệ nằm xa máy biến áp, đặc biệt là khi nguồn được cấp bằng cáp ngầm và điện áp định mức phía trung thế lớn, ví dụ $\geq$ 20 kV.

Phần phân tích sau đây về sự tồn tại của thành phần điện dung rò trong dòng ngắn mạch chạm đất của mạng nối đất qua tổng trở nhằm giải thích nguyên tắc làm việc của cuộn Petersen.

Nối đất bằng cuộn Petersen của hệ thống đường dây trung thế trên không

Khi mạng được nối đất qua điện trở đã mô tả, dòng ngắn mạch chạm đất bằng tổng các dòng rò điện dung của hệ thống và dòng qua điện trở. Dòng qua điện trở cùng pha với điện áp của pha sự cố (vectơ điện áp bị đảo ngược trong suốt thời gian bị sự cố như được vẽ trên giản

đồ vectơ hình C22). Góc lệch pha giữa dòng trở và dòng dung rò thường là 90^0.

Nếu bây giờ điện trở được thay bằng một cuộn kháng, dòng cảm kháng sẽ chậm sau (ngược) áp pha sự cố một góc 90^0 và vì vậy sẽ ngược pha so với dòng rò điện dung.

Bằng cách chọn trị số điện kháng thích hợp, dòng điện dung rò đi qua chỗ sự cố, về mặt nguyên tắc, có thể bị khử hoàn toàn, có nghĩa là sẽ không có dòng điện sự cố chạy qua chỗ bị chạm đất như được vẽ trên hình C23. Đây là nguyên tắc làm việc của cuộn Petersen.

Thực tế, việc khử hoàn toàn dòng sự cố không thể thực hiện được do điện trở của dây dẫn và của đường dẫn dòng sự cố và do không thể chỉnh chính xác số vòng của cuộn Petersen trong mọi trường hợp. Những ảnh hưởng này làm cho việc xử lý dòng sự cố triệt để không thực hiện được, tuy nhiên, dòng sự cố tổng có thể được hạn chế tới mức rất thấp.

Cuộn Petersen được cung cấp một số nấc chỉnh số vòng dây sao cho có thể thích hợp với các giá trị điện dung của mạng. Những cuộn dây này được lắp đặt chủ yếu ở lưới điện đường dây trung thế trên không với trung tính cách ly, dải các trị số điện áp được trình bày trong quyển sách này.

Những lợi điểm về mặt vận hành:

Những lợi điểm mà hệ thống đạt được:

- liên tục cấp nguồn khi xảy ra sự cố chạm đất một điểm trên một pha;
- giới hạn được mối nguy hiểm tại chỗ bị chạm đất do hạn chế được mức độ dòng sự cố;
- không xuất hiện nhiễu ảnh hưởng tới các hệ thống lân cận trong khoảng thời gian bị sự cố.

Hình C22. Sư...

quả nghiêm trọng đối với người vận hành cũng như đối với các thiết bị liên quan.

Ghi chú: Điều quan trọng là phải cung cấp sơ đồ khóa liên động dưới dạng thiết kế cơ bản của trạm trung/hạ áp.

Theo đó, các thiết bị liên quan sẽ được lắp đặt theo một trật tự rõ ràng, đảm bảo sự tương hợp giữa các chìa và khóa liên động.

Những liên động trong trạm được lắp đặt thiết bị đóng cắt có vỏ bọc bằng kim loại

Trong trạm biến áptrung /hạ gồm có:

+ một panel lộ vào trung áp hoặc 2 panel lộ vào (từ 2 đường dây song song) hoặc 2 panel điều khiển vào /ra kiểu mạch vòng;

+ một panel đóng cắt của máy biến áp và mạch bảo vệ. Panel này có thể gồm dao cắt tải /hoặc dao cách ly với cầu chì trung áp và dao tiếp đất hoặc máy cắt và dao cách ly phía đường dây cùng với dao tiếp đất;

+ ngăn khóa liên động của máy biến áp cho phép các thao tác và tiếp cận các panel khác theo điều kiện sau:

- vận hành dao cắt tải hoặc dao cách ly khi cửa panel đóng và dao nối đất liên quan mở;
- vận hành dao cách ly đường dây của panel đóng cắt và bảo vệ máy biến áp nếu cửa panel được đóng và chỉ khi máy cắt đã mở và các dao tiếp đất mở;
- đóng dao tiếp đất chỉ thực hiện được khi dao cách ly có liên quan đang mở (*);
- tiến cận bên trong của từng panel chỉ thực hiện được khi dao cách ly của panel mở và dao tiếp đất bên trong panel đóng;

(*) Nếu dao tiếp đất đặt ở lộ vào, các dao cách ly tương ứng ở cả hai đầu của lộ cần có sự liên động thích hợp.

- đóng cửa panel hoặc ngăn chỉ thực hiện được khi dao tiếp đất trong panel đang đóng;
- tiếp cận với cầu chì trung áp của trạm được cấp nguồn từ 2 đường dây song song chỉ thực hiện được khi hai dao cách ly mở và 2 dao tiếp đất trong panel đóng;
- tiếp cận với ngăn có biến điện áp chỉ thực hiện được khi dao cách ly trung áp mở và khi thiết bị cách ly phía hạ áp đã mở;
- vận hành dao cách ly trong panel biến điện áp chỉ khi cửa panel đã được đóng.

Ví dụ thực hành

Trong một trạm biến áp khách hàng với phần đo lường hạ áp, sơ đồ liên động được sử dụng rộng rãi nhất là trung áp / hạ áp / máy biến áp.

Mục đích của liên động là:

- ngăn ngừa tiếp cận tủ máy biến áp nếu dao tiếp đất chưa được đóng;

- ngăn ngừa việc đóng dao tiếp đất của panel bảo vệ và đóng cắt máy biến áp khi thiết bị đóng cắt phía hạ áp của máy biến áp chưa được khóa ở vị trí "mở" hoặc "kéo ra khỏi ngăn" (withdrawn).

Tiếp cận đầu trung hoặc hạ áp của một máy biến áp được bảo vệ phía sơ cấp bằng panel đóng cắt bảo vệ có chứa dao cắt tải hoặc dao cách ly, cầu chì trung áp và dao tiếp đất phải tuân theo quy trình nghiêm ngặt sau đây và được minh họa trên hình C24.

Ghi chú: Máy biến áp trong ví dụ này được cung cấp bộ nối kiểu đầu cắm phía sơ cấp và chỉ có thể tháo ra được bằng cách mở khóa một thiết bị giữ chung cho cả bộ nối 3 pha (*).

(*) Hoặc có thể được trang bị một nắp bảo vệ chung trên 3 đầu cực.

Dao cách ly hay dao cắt tải phía trung áp là liên động cơ khí với dao tiếp đất phía trung áp và chỉ được liên động với một dao, nghĩa là khi đóng một dao, tự động sẽ khóa việc đóng dao kia.

Quá trình cách ly, tiếp đất máy biến áp lực và tháo các đầu nối kiểu đầu cắm (hoặc nắp bảo vệ).

Các điều kiện ban đầu:

- các dao cắt tải hoặc dao cách ly phía trung áp và CB phía hạ áp đang đóng;
- dao tiếp đất trung áp khóa ở vị trí mở bằng chìa "O";
- chìa "O" được giữ trong CB hạ áp trong khi CB này đang đóng.

Bước 1:

- mở CB hạ áp và giữ nó mở với chìa "O";
- chìa "O" được rút.

Bước 2:

- mở dao cắt trungthế;
- kiểm tra xem bộ chỉ thị bằng đèn" tồn tại điện áp" đã tắt chưa khi dao cắt trung áp được mở.

Bước 3:

- mở khóa dao tiếp đất phía trung thế với chìa "O" và đóng dao tiếp đất;
- chìa "O" được giữ lại.

Bước 4:

- tiếp cận panel cầu chì trung áp có thể thực hiện (nghĩa là có thể tháo cầu chì trung áp sau khi đã đóng dao tiếp đất phía trung áp). Chìa "S" thường được đặt ở panel này và được giữ lại khi các dao cách ly phía trung áp đóng;

C.C

- vặn chìa "S" để khóa các dao cắt trung áp về phía vị trí mở;
- chìa "S" được rút.

Bước 5:

- chìa "S" cho phép tháo bỏ thiết bị khóa chung các đầu nối kiểu cắm phía trung áp của máy biến áp hoặc phần nắp chung bảo vệ của các đầu cực. Trong cả hai trường hợp này, sự mở ra của một hoặc nhiều đầu nối sẽ giữ chìa "S" ở trạng thái liên động.

Kết quả của quá trình mô tả trên là:

a) Các dao cách ly trung áp được khóa ở vị trí mở bằng chìa "S". Chìa "S" được giữ ở các đầu cực của máy biến áp cho tới khi các đầu này còn ở trạng thái mở.

b) Các dao tiếp đất phía trung áp ở vị trí đóng nhưng không bị khóa có nghĩa là có thể mở hoặc đóng. Khi tiến hành công tác bảo trì, một cần khóa móc thường được dùng để khóa dao tiếp đất về vị trí đóng, chìa khóa được kỹ sư giám sát công tác giữ.

c) CB phía hạ áp được khóa ở vị trí mở bằng chìa "O", chìa này được giữ nhờ đóng dao tiếp đất trung áp.

Nhờ đó, máy biến áp được cách ly một cách an toàn và được tiếp đất.

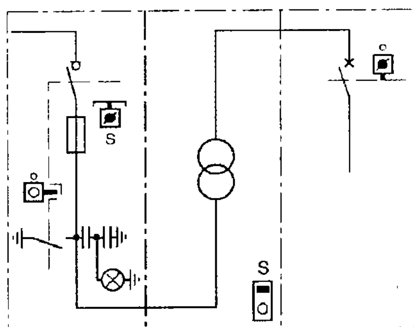
Có thể cần ghi nhận rằng đầu vào của các dao cắt (LBS) có thể vẫn còn điện trong suốt quá trình mô tả trên. Có 3 lý do về sự tồn tại điện ở đầu vào các LBS này như sau:

- các đầu này được đặt trong các ngăn riêng không thể tiếp cận được trong các thiết bị đóng cắt đặc biệt;
- các đầu tiếp điểm mở của cầu dao có một màn chắn được tiếp đất nằm giữa chúng;

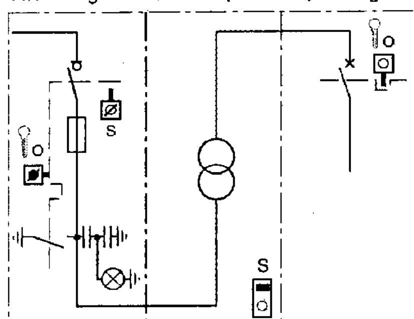
phần vỏ bọc chứa các dao được đúc từ vật liệu cách điện, được làm đầy bằng khí SF6 và bọc kín trong quá trình vận hành.

Trường hợp chung, các đầu vào của các dao (hoặc máy cắt) sẽ để hở trong ngăn riêng và cần phải có dao tiếp đất, dao này được liên động cơ khí với dao cách ly đường dây. Hoặc một lần nữa, có thể cần (phụ thuộc loại thiết bị đóng cắt) phải cách ly và khóa cáp nguồn trước khi đóng dao tiếp đất tại chỗ.

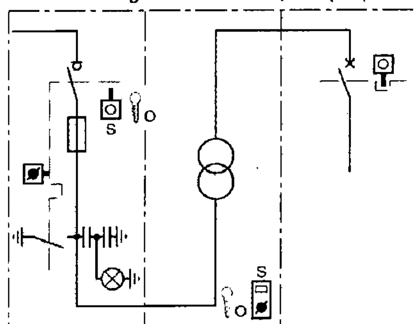
Một sơ đồ liên động bất kỳ cần bao gồm tất cả quá trình trên theo cách tương tự như đã mô tả.



dao trung thế và CB hạ thế được đóng



cầu chì trung thế có thể được tiếp cận



các đầu vào của biến áp có thể tiếp cận

ghi chú

- hiện tại không gắn chìa
- không cần chìa
- chìa đang giữ tại panel hoặc tủ

Hình C24. Ví dụ khoá liên động HV/LV/TR.

4. TRẠM BIẾN ÁP KHÁCH HÀNG VỚI PHẦN ĐO LƯỜNG PHÍA HẠ ÁP

4.1 Tổng quan

Trạm điện với phần đo lường phía hạ áp được nối với hệ thống cung cấp điện công cộng ở điện áp 1 kV - 35 kV và bao gồm một biến áp trung /hạ thường có công suất không quá 1250 kVA.

Các chức năng

Trạm điện

Các thành phần của trạm nằm trong một phòng của một tòa nhà hay dưới dạng một phòng lắp ghép ngoài tòa nhà.

Kết nối với mạng trung áp

Kết nối trung áp có thể:

- bằng một dây trên không hoặc cáp;
- thông qua hai dao cắt tải có liên động cơ với hai dây cáp từ hai trục;
- thông qua hai dao cắt tải của mạch vòng.

Máy biến áp

Do việc sử dụng biến thế dầu PCB (polychlorinated biphenyl) bị cấm ở hầu hết các nước, các công nghệ sau có thể được dùng:

- biến áp dầu cho trạm nằm ngoài trời;

- biến áp khô cách điện chân không và nhựa đúc cho trạm nằm trong nhà, ví dụ nhà cao tầng, tòa nhà công cộng v.v...

Đo lường

Đo lường hạ áp cho phép sử dụng các biến áp đo lường nhỏ, giá phải chăng. Phần lớn hệ thống tiền điện có tính đến tổn thất trong biến áp.

hình c25

Loại vật liệu

Các cách bố trí thiết bị đóng cắt đều có thể khả thi khi sử dụng các panel dạng mô đun và có tính toán đến mở rộng trong tương lai.

Các trạm compact dạng môđun thường dùng trong những trường hợp sau:

- trạm mạch vòng (tập hợp khối đơn 3 chức năng);
- điều kiện khí hậu khắc nghiệt hay ô nhiễm cao (cách điện toàn bộ);
- không đủ chỗ cho tủ bảng đóng cắt thông thường.

C.C

Thiết bị "toàn SF6" này có ưu điểm nhờ kích thước nhỏ, các chức năng thống nhất, tính linh động trong thao tác.

Vận hành an toàn các tủ hợp bộ có vỏ bọc kim loại

Miêu tả

Các ghi chú dưới đây miêu tả một tủ điện hiện đại với dao cắt tải/ dao cách ly (hình C26) để đảm bảo:

- an toàn trong thao tác;
- yêu cầu về không gian tối thiểu;
- dễ mở rộng và linh hoạt;
- yêu cầu bảo trì tối thiểu.

Mỗi panel gồm 04 ngăn:

- thiết bị đóng cắt: dao cắt tải nằm trong vỏ nhựa đúc Epoxy chứa đầy khí SF6 niêm kín;

- đấu nối: bằng cáp tại các đầu ra nằm trên khối dao cắt dạng đúc;

- thanh cái dạng mô đun sao cho các panel bất kỳ có thể được lắp cạnh nhau tạo thành tủ phân phối liên tục;

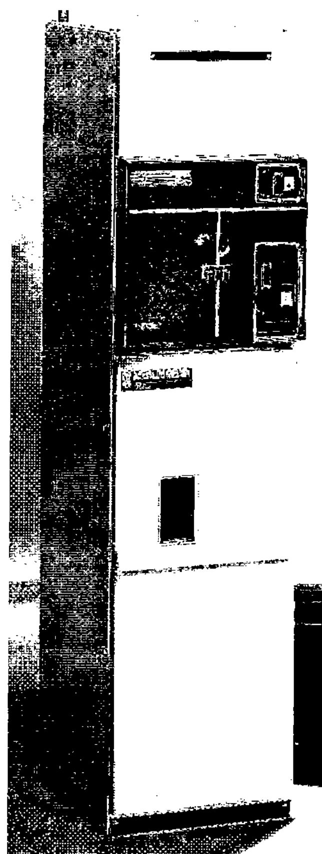
- điều khiển và chỉ thị: một ngăn điều khiển và chỉ thị chứa thiết bị điều khiển tự động và rơle. Một ngăn phụ có thể gắn lên trên nếu cần.

Đấu nối cáp

Các đầu nối được đặt bên trong ngăn đấu nối, ở mặt trước của tủ có thể tiếp cận được khi tháo mặt trước của ngăn.

Các khối được kết nối điện bằng các thanh cái dạng lắp ghép. Việc lắp đặt được thực hiện theo hướng dẫn.

Các thao tác thiết bị đóng cắt được đơn giản hóa bằng cách nhóm các điều khiển và chỉ thị trên bảng điều khiển ở mặt trước. Công nghệ của các khối thiết bị đóng cắt này hoàn toàn dựa trên sự an toàn thao tác, dễ lắp đặt và yêu cầu bảo trì thấp.



Hình C26. Ngăn chứa dao cắt trung thế cách điện bằng khí SF6.

Trạng thái cách ly thấy được

Dao cắt tải /cách ly hoàn toàn thỏa mãn yêu cầu "cách ly thấy được"theo quy định trong IEC 129 bằng cách:

- chỉ thị vị trí phản ánh chính xác trạng thái mở của các tiếp điểm;

- một rào chắn kim loại nối đất đặt giữa các tiếp điểm mở.

Khóa liên động

- không thể đóng dao trừ khi dao tiếp đất đang mở và panel tiếp cận ngăn đấu nối cáp vào được đóng lại (khi cầu chì trung thế được sử dụng, chúng được đặt trong ngăn này);
- chỉ có thể đóng dao tiếp đất nếu dao cắt tải/cách ly đang mở;
- chỉ có thể mở panel tiếp cận ngăn đấu nối (nơi thường có cầu chì trung áp) nếu dao tiếp đất đang đóng;
- dao cắt tải/cách ly bị khóa ở trạng thái mở nếu panel tiếp cận nêu trên đang mở. Lúc đó mới có thể thao tác dao tiếp đất.

C.C

Ngoài liên động chức năng, mỗi panel đóng cắt còn có:

- thiết bị khóa có sẵn;
- 5 bộ móc có sẵn cho các khóa liên động trong tương lai.

Thao tác

- tay vặn, cần gạt cần cho thao tác đóng cắt được nhóm lại trên một panel có minh họa rõ ràng;
- tất cả cần gạt đóng đều giống nhau ở mọi khối (ngoại trừ khối chứa máy cắt);
- thao tác cần gạt đóng chỉ cần lực nhỏ;
- mở hay đóng dao cắt tải/cách ly được thực hiện bằng cần gạt hay nút nhấn cho dao tự động;
- các trạng thái của dao (mở, đóng, đang sạc lò xo) phải được chỉ ra rõ ràng.

Lựa chọn trị định mức chịu dòng ngắn mạch

Bảng C27. Công suất ngắn mạch định mức MVA và dòng ngắn mạch tiêu chuẩn ở các mức điện áp định mức khác nhau

Công suất ngắn mạch (MVA) cho điện áp định mức khác nhau (kV)														$I_{TH}/1s$ (1) I_{SC} (2) (kA) (trị hiệu dụng)	I_{CL} (3) (kA) đỉnh
3	3.3	4,16	5	5,5	6	6,6	10	11	13,8	15	20	22	33		
65	70	90	110	120	130	145	215	240	300	325	435	475	715	12,5	31,5
75	85	105	125	135	150	165	250	275	345	375	500	550	825	14,4	36,5
85	90	115	140	150	165	185	280	305	385	415	555	555	915	16	40
110	120	150	180	200	220	240	365	400	500	545				20	50
135	150	190	230	250	275	300	455	500						25	62,5
165	180	227	275	300	330	360								31,5	79

(1) I_{TH} /1 s: dòng chịu nhiệt trong một giây

(2) I_{sc}: dòng ngắn mạch;

(3) I_{cL}: dòng đỉnh định mức đóng.

4.3 Chọn lựa panel đóng cắt trung thế cho mạch máy biến áp

Ba loại panel đóng cắt trung áp thông dụng là:

- dao cắt tải và cầu chì trung áp riêng trong panel;
- dao cắt tải phối hợp cầu chì trung áp ;
- máy cắt.

Các thông số ảnh hưởng đến sự chọn lựa tối ưu:

- dòng sơ cấp của biến áp;
- môi trường cách điện của biến áp;
- vị trí trạm so với tâm phụ tải;
- định mức kVA của biến áp;
- khoảng cách từ thiết bị đóng cắt đến biến áp;

- sử dụng các rơle bảo vệ riêng (ngược lại với cuộn ngắt hoạt động trực tiếp)

Chú ý: cầu chì dùng trong bộ dao cắt tải - cầu chì có phần truyền động đảm bảo ngắt ba cực dao cắt khi thao tác một (hoặc nhiều) cầu chì.

4.4 Lựa chọn biến áp trung/ hạ

Các thông số đặc trưng của một biến áp

C.C

Một biến áp được đặc trưng bởi các thông số điện, công nghệ chế tạo và điều kiện sử dụng.

Đặc tính điện

Công suất định mức (P_n): là công suất thường tính bằng kVA dựa trên đó các giá trị thông số thiết kế khác và cấu trúc của biến áp được tính toán. Các thí nghiệm sản xuất và bảo hành thường quy về định mức này.

Tần số cho các hệ thống phân phối nói đến trong quyển sách này là 50 hoặc 60Hz.

Điện áp định mức sơ cấp và thứ cấp: đối với cuộn sơ cấp hoạt động được ở nhiều mức điện áp, các mức kVA tương ứng phải được chỉ ra. Điện áp thứ cấp là giá trị khi biến áp không có tải.

Mức cách điện định mức: được cho bằng các giá trị chịu quá áp ở tần số thường khi thử nghiệm và bởi các thí nghiệm xung áp cao mô phỏng sét đánh. Ở các mức điện áp nói ở đây, quá áp do thao tác đóng cắt thường ít nghiêm trọng hơn do sét đánh, do đó không cần thí nghiệm khả năng chịu quá áp do đóng cắt.

Các tiêu chuẩn IEC xác định điện áp định mức và "điện áp lớn nhất " của thiết bị là như nhau xem trong mục 1.1 của chương này.

Bộ điều áp không tải: thường cho phép chọn từ ±2,5% đến ±5% so với định mức của cuộn áp lớn nhất. Biến áp phải được cắt điện trước khi chuyển đầu phân áp, tuy nhiên cũng có các bộ điều áp dưới tải (±12,5%) nếu cần.

Đấu dây: được chỉ dưới dạng sơ đồ bằng ký hiệu tiêu chuẩn cho cuộn nối hình sao, tam giác và hình sao liên kết; (hay các tổ hợp của chúng trong trường hợp đặc biệt, ví dụ biến áp chỉnh lưu 6 hoặc 12 pha) và theo ký hiệu chữ, số quy định bởi IEC. Ký hiệu này đọc từ trái sang phải, chữ cái đầu chỉ cuộn có áp lớn nhất, chữ cái thứ hai chỉ mức kế tiếp ...

Các chữ cái viết hoa chỉ cuộn có áp lớn nhất:

D = tam giác

Y = sao

Z = zigzag (sao liên kết)

N = nối trung tính (có đầu nối trung tính đưa ra ngoài)

Các chữ cái thường được dùng cho các cuộn thứ cấp và tam cấp:

d = tam giác

y = sao

z = zigzag

n = nối trung tính (có đầu nối đưa ra ngoài)

Số từ 0 đến 11 tương ứng với các sơ đồ trên, thích ứng với mặt đồng hồ (0 được dùng thay cho 12) và theo sau bất kỳ cặp chữ cái nào chỉ ra sự thay đổi pha khi biến đổi điện áp. Nếu có đầu trung tính thì con số xuất hiện sau N hoặc n.

Một tổ đấu dây rất phổ biến được dùng trong biến áp phân phối là Dyn 11 có cuộn sơ đấu tam giác, cuộn thứ đấu hình sao với đầu nối trung tính. Thay đổi pha qua biến áp là 30 độ, nghĩa là áp thứ cấp của

pha 1 ở vị trí 11 giờ trên mặt đồng hồ, trong khi của pha một phía sơ cấp ở vị trí 12 giờ như trên hình C36. Các tổ đấu dây tam giác, sao và zigzag tạo ra sự thay đổi pha bằng 30 độ hay bội số của 30.

IEC 76-4 sẽ mô tả ký hiệu kiểu mã đồng hồ một cách chi tiết

Các đặc tính có liên quan đến công nghệ và sử dụng của máy biến áp

Danh sách này không dài lắm:

+ chọn lựa công nghệ:

Môi trường cách điện là:

- chất lỏng (dầu) hoặc
- chất rắn (nhựa Epoxy và không khí).

+ để lắp đặt trong nhà hoặc ngoài trời;

+ độ cao (≤1000 m là chuẩn);

+ nhiệt độ (IEC 76-2):

- nhiệt độ môi trường tối đa 40^0C;
- nhiệt độ môi trường trung bình ngày 30^0C;
- nhiệt độ môi trường trung bình năm 20^0C.

Với các điều kiện vận hành phi tiêu chuẩn xem mục C1.1 "ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường và độ cao lên dòng định mức".

Mô tả các kỹ thuật cách điện

Có hai loại máy biến áp phân phối cơ bản: loại khô (nhựa đúc) và loại dầu.

Máy biến áp loại khô

Các cuộn dây của máy biến áp loại này được cách điện bằng nhựa đúc trong chân không (được cấp giấy sản xuất cho các nhà sản xuất lớn).

Máy biến áp nên được chọn theo tiêu chuẩn CENELEC HD 46451 như sau:

- loại môi trường E2 (ngưng tụ hơi nước thường xuyên và /hoặc mức ô nhiễm cao);
- nhóm điều kiện khí hậu C2 (sử dụng, chuyên chở và lưu trữ ở nhiệt độ thấp thấp tới -25^{0}C);
- chống cháy (biến áp khó cháy và tự dập tắt trong thời gian cho trước).

Mô tả dưới đây chỉ ra quá trình sản xuất của một công ty hàng đầu Châu Âu trong lĩnh vực này.

Việc bao bọc các dây quấn sử dụng ba hợp phần:

- nhựa epoxy, tạo từ biphénol A với độ dẻo đảm bảo sự thẩm thấu hoàn toàn của các cuộn dây;
- chất làm rắn anhydrit để nâng mức đàn hồi khi đúc, để tránh phát sinh các vết nứt trong các chu trình nhiệt độ xảy ra trong vận hành bình thường;
- các chất phụ gia $Al(OH)_3$ và silic để tăng cường đặc tính cơ nhiệt cũng như mang lại chất lượng cách điện ngoại hạng khi bị đốt nóng.

Hệ thống ba hợp phần này cho phép đạt mức cách điện loại F ($\Delta\theta = 100$ K) với tính chất chịu lửa tốt và tự dập tức thời. Các biến áp này do đó được coi như không cháy được.

Việc đúc các cuộn dây không chứa hợp chất halogen (clo, brom ...) hay các hợp chất khác có khả năng gây ăn mòn hay độc hại sẽ đảm bảo mức độ an toàn cao cho người vận hành trong điều kiện sự cố, ngay cả khi xảy ra cháy. Nó cũng hoạt động tốt trong môi trường công nghiệp nhiều bụi, độ ẩm cao ... (xem hình C28).

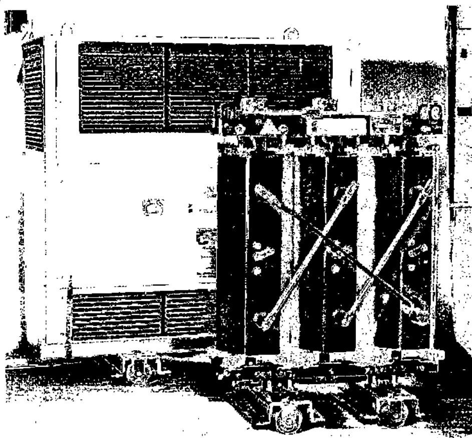
Máy biến áp dầu

Chất lỏng cách điện/làm mát thông dụng nhất dùng trong máy biến áp là dầu khoáng chất. Các dầu khoáng chất được quy định trong

IEC296. Vốn dễ cháy nên ở nhiều nước việc sử dụng các biện pháp an toàn là bắt buộc, đặc biệt cho trạm trong nhà. Một bộ DGPT (phát hiện khí, áp suất và nhiệt độ) đảm bảo cho việc bảo vệ biến áp dầu. Trong trường hợp sự cố, DGPT này cắt nguồn trung áp cung cấp cho máy biến áp nhanh chóng trước khi tình thế trở nên nguy hiểm.

Dầu khoáng chất có thể phân hóa sinh học và không được chứa PCB (polych lorinated biphenyl).

Dầu khoáng có thể được thay thế bằng một chất lỏng cách điện khác nếu thay đổi biến áp và áp dụng những biện pháp an toàn cần thiết. Dầu cách điện cũng là môi trường làm mát: nó nở ra khi tải hay nhiệt độ môi trường tăng. Do đó tất cả máy biến áp dầu phải được thiết kế để chứa khối lượng chất lỏng thừa mà không tăng áp suất bên trong thùng.



Hình C28. Máy biến áp khô.

Có hai cách giới hạn áp suất này:

+ Thùng chứa đầy và kín hoàn toàn (cho tới 10MVA)

Được triển khai do một công ty hàng đầu của Pháp năm 1963, phương pháp này được điện lực quốc gia Pháp chấp nhận năm 1972 và hiện nay được sử dụng rộng rãi trên thế giới.

Việc giãn nở của chất lỏng được bù nhờ biến dạng đàn hồi của các cánh làm mát bên hông thùng dầu. Kỹ thuật "chứa đầy" có nhiều ưu điểm quan trọng so với các phương pháp khác:

- sự oxy hóa của chất lỏng điện môi (với oxy khí quyển) hoàn toàn bị loại trừ;

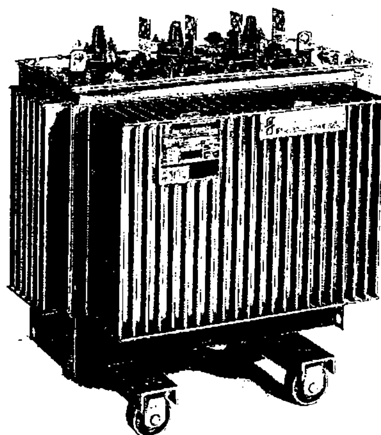
- không cần thiết bị làm khô không khí và do đó không cần bảo trì thường xuyên (kiểm tra và thay đổi chất hút ẩm bão hòa);

- không cần kiểm tra độ bền điện môi ít nhất trong 10 năm;

- bảo vệ đơn giản chống sự cố bên trong nhờ thiết bị DGPT;

- đơn giản khi lắp đặt: nhẹ hơn và thấp hơn so với loại có thùng dầu phụ và thao tác trên các đầu trung và hạ áp dễ dàng.

- phát hiện tức thì sự rỉ dầu; nước không thể vào trong thùng.

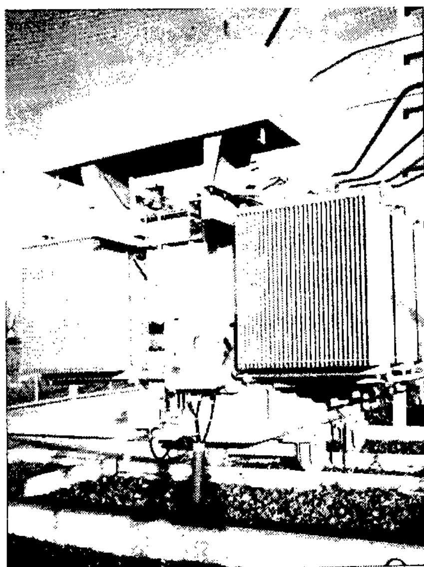


Hình C29. Máy biến áp đầy dầu.

+ Thùng chứa phụ ở áp suất khí quyển

Việc giãn nở của chất lỏng cách điện có thể thực hiện nhờ thay đổi mức chất lỏng trong thùng phụ đặt trên thùng chính của máy biến áp như trên hình C30. Không gian bên trên chất lỏng trong thùng phụ chứa đầy không khí có thể đầy thêm khi mức lỏng giảm và thoát ra một phần khi mức này tăng. Khi không khí được lấy vào từ môi trường ngoài, nó đi qua một bộ lọc, qua một thiết bị hút ẩm (thường chứa các hạt chống ẩm silicagien) trước khi vào thùng phụ. Trong một số thiết kế của máy biến áp lớn, không gian bên trên dầu bị chiếm do một túi không khí không thấm sao cho chất lỏng cách điện không bao giờ tiếp xúc với khí quyển. Không khí đi vào và đi ra túi qua một bộ lọc và hút ẩm như trên.

Thùng dầu phụ là bắt buộc cho máy biến áp > 10 MVA (10 MVA hiện là giới hạn trên của máy biến áp chứa đầy dầu).



Hình C30. Máy biến áp có thùng dầu phụ.

C.C

Lựa chọn công nghệ

Như nói ở trên, có hai loại máy biến áp: loại dầu và loại khô. Đối với định mức ≤ 10 MVA, máy biến áp kín đổ đầy dầu ưu thế hơn máy biến áp có thùng dầu phụ. Việc chọn lựa tùy thuộc vào một số yếu tố, bao gồm:

- an toàn cho người khi ở gần máy biến áp cũng như theo quy định và luật lệ địa phương;
- yếu tố kinh tế tính đến ưu điểm của mỗi loại.

Các quy định ảnh hưởng đến sự chọn lựa

+ biến áp khô:

- ở một số nước sử dụng máy biến áp khô là bắt buộc trong nhà cao tầng;
- trong các tình huống khác là không bắt buộc;

+ máy biến áp với cách điện lỏng:

- loại máy biến áp này thường bị cấm dùng trong nhà cao tầng;
- đối với từng loại chất lỏng cách điện, các hạn chế hay biện pháp ngăn ngừa chống hỏa hoạn sẽ thay đổi tùy theo loại cách điện được dùng;

+ một số nước có sử dụng điện môi lỏng ở mức độ cao, sẽ phân loại chất lỏng tùy theo tính năng chống cháy dựa trên hai nguyên tắc : nhiệt độ chớp cháy và mức tỏa nhiệt tối thiểu.

Bảng C31. Các loại chất lỏng cách điện

Ký hiệu	Chất lỏng cách điện	Nhiệt độ cháy	Lượng calo tối thiểu (HJ/kg)
O1	Dầu khoáng chất	<300	-
K1	Hydrocarbon mật độ cao	>300	48
K2	Esters	>300	34-37
K3	Silicones	>300	27-28
L3	Chất lỏng Halogen	-	12

Các tiêu chuẩn quốc gia sẽ quy định điều kiện lắp đặt máy biến áp dầu. Trong hệ thống IEC vẫn chưa có tiêu chuẩn tương đương. Tiêu chuẩn quốc gia nhằm đảm bảo an toàn cho người và tài sản và đưa ra các biện pháp tối thiểu để chống hỏa hoạn. Các biện pháp ngăn ngừa chính được chỉ ra trong bảng C32.

+ đối với điện môi lỏng loại L3 không cần các biện pháp đặc biệt;

+ đối với điện môi loại O1 và K1 chỉ dùng các biện pháp đã nêu nếu có hơn 25 lít chất lỏng trong máy biến áp;

+ đối với điện môi loại K2 và K3 chỉ dùng các biện pháp này nếu có hơn 50 lít trong máy biến áp.

Bảng C32. Các biện pháp an toàn cho hệ thống điện dùng cách điện lỏng loại 01, K1, K2, K3

Loại chất lỏng cách điện	Số lít giới hạn cho các biện pháp	Vị trí					
		Phòng hay khu vực kín cho nhân viên có thẩm quyền và cách các tòa nhà còn lại một khoảng D			Dành cho nhân viên chuyên môn và cô lập với khu vực làm việc bằng tường chịu lửa (2 h)		Các phòng hay vị trí khác (b)
		D>8m	4m<D<8m	D<4m (a) về hướng có người	không lỗ thoát	có lỗ thoát	
O1 K1	25	Không có biện pháp đặc biệt	Tường chịu lửa 1h	Vật chắn chịu lửa 2h cho tòa nhà kế cận	Biện pháp (1+2) hoặc 3 hoặc 4	Biện pháp (1+2+5) hoặc 3 hoặc (4+5)	Biện pháp (1A+2+4) (c) hoặc 3
K2 K3	50	Không có biện pháp đặc biệt		Tường chịu lửa 1h	Không có biện pháp đặc biệt	Biện pháp 1A hoặc 3 hoặc 4	Biện pháp 1 hoặc 3 hoặc 4
L3		Không có biện pháp đặc biệt					

Biện pháp 1: bố trí sao cho nếu dầu tràn khỏi máy biến áp nó sẽ được chứa hết vào nơi an toàn (trong một hố, bằng đường mương xung quanh máy biến áp, bằng hệ thống mương cáp, ống dẫn).

Biện pháp 1A: bổ sung cho biện pháp 1, được bố trí sao cho ngay cả trường hợp cháy dầu, ngọn lửa không lan tràn (các chất dễ cháy phải nằm cách xa ít nhất 4 m từ máy biến áp hay ít nhất 2m (từ vật chắn chịu lửa [trong vòng 1 h]).

Biện pháp 2: bố trí sao cho chất lỏng cháy sẽ tắt nhanh chóng và tự nhiên (bằng cách tạo một lớp sỏi trong hố chứa dầu).

Biện pháp 3: một thiết bị tự động (DGPT hay Buchholz) để cắt nguồn sơ cấp và báo động nếu xuất hiện chất khí trong thùng biến áp.

Biện pháp 4: thiết bị phát hiện cháy tự động phải đủ gần máy biến áp để cắt nguồn sơ cấp và báo động.

Biện pháp 5: đóng tự động tất cả các lỗ hở trong tường và trên trần của trạm bằng panel chịu lửa (ít nhất ½ giờ)

Ghi chú

a) cửa chịu lửa (hai giờ) không được coi là lỗ hở;

b) phòng biến áp cạnh nhà xưởng và được phân cách bằng tường có đặc tính chịu lửa không phải là hai giờ; các khu vực nằm ở giữa nhà xưởng với các vật liệu được đặt (hoặc không đặt) trong thùng bảo vệ.

c) cần đặt thiết bị trong một phòng có tường dày có các lỗ là lỗ thông gió.

Xác định công suất tối ưu

Một máy biến áp quá lớn sẽ gây nên đầu tư thừa và tổn hao không tải cao, song tổn hao có tải thấp.

Một máy biến áp quá nhỏ sẽ làm hiệu suất giảm khi đầy tải (hiệu suất cao nhất là trong vùng từ 50 đến 70% đầy tải) do đó tải tối ưu không đạt được. Trong điều kiện quá tải lâu dài sẽ gây các hậu quả nghiêm trọng cho:

- máy biến áp: do lão hóa cách điện cuộn dây và trong trường hợp xấu nhất làm hư cách điện và hỏng máy;

- hệ thống: nhiệt độ cao của máy biến áp làm rơle bảo vệ tác động cắt máy cắt.

Định nghĩa công suất tối ưu

Để chọn công suất định mức tối ưu cho máy biến áp, các yếu tố sau phải được tính đến:

+ liệt kê công suất của thiết bị được lắp đặt như trong chương B;

+ xác định chu kỳ tải có chú ý đến thời gian tải và quá tải;

+ xác định hệ số sử dụng cho mỗi hạng mục tải;

+ sắp xếp hiệu chỉnh hệ số công suất để:

- giảm tiền phạt dựa trên số kVA lớn nhất;
- giảm giá trị tải đăng ký (S(kVA) = P(kW)/cosφ);

+ chọn dung lượng biến áp trong số các gam công suất có tính đến tất cả các khả năng mở rộng trong tương lai.

Cần đảm bảo bố trí làm mát đầy đủ cho máy biến áp.

Các lỗ thông gió

Trong trường hợp thông gió bằng đối lưu không khí tự nhiên (AN), thông gió phòng biến áp để chuyển nhiệt (sinh ra bởi tổn hao trong biến áp) bằng đối lưu tự nhiên.

Một hệ thông gió tốt cho phép không khí đi vào lỗ có tiết diện S ở mức sàn và thoát ra ở lỗ S' trên tường đối diện ở độ cao H so với lỗ vào như trên hình C33. Cần chú ý rằng bất kỳ hạn chế nào cho sự di chuyển tự do của dòng không khí sẽ làm giảm khả năng tải của máy biến áp nếu nhiệt độ định mức không bị vượt quá.

Thông gió tự nhiên

Công thức để tính diện tích các lỗ thông gió là:

$$S = 0{,}18P/\sqrt{H} \quad \text{và } S' = 1{,}1S.$$

với:

P - tổng các tổn hao không tải và tổn hao đầy tải, kW;

S - diện tích lỗ vào (trừ đi diện tích ống khói, lò sưởi), mm^2;

S'- diện tích của lỗ thoát (trừ đi diện tích ống khói, lò sưởi), mm^2;

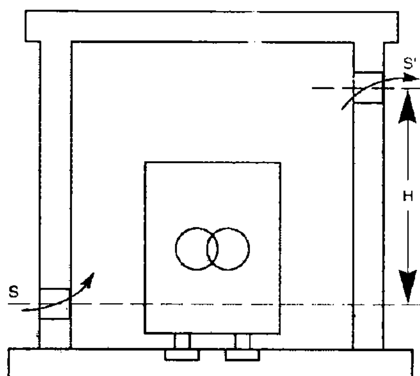
H - độ cao giữa hai tâm của lỗ thông gió, m.

Công thức này đúng cho nhiệt độ môi trường 20^0C và cao độ dưới 1000 m.

Thông gió cưỡng bức

Thông gió cưỡng bức (bằng quạt điện) dùng cho nhiệt độ môi trường > 20^0C hay nếu phòng không thông thoáng; thường xuyên quá tải biến áp v.v.. Quạt có thể được điều khiển bởi nhiệt kế. Dòng không khí ở 20^0C tính bằng m^3/s cần thỏa mãn:

- máy biến áp cánh tản nhiệt : 0,081P
- máy biến áp khô loại F: 0,05P với P = tổng tổn hao (kW).



Hình C33. Thông gió tự nhiên.

5. TRẠM BIẾN ÁP KHÁCH HÀNG VỚI PHẦN ĐO LƯỜNG PHÍA TRUNG ÁP

5.1 Tổng quan

Trạm biến áp khách hàng với phần đo lường phía trung thế được nối tới lưới công cộng ở cấp điện áp định mức từ 1 đến 35kV và thường bao gồm một máy biến áp lớn hơn 1250kVA hoặc nhiều máy biến áp nhỏ.

Dòng định mức của thiết bị đóng cắt trung thế thường không vượt quá 400A.

Các chức năng

Trạm phân phối

Phụ thuộc độ phức tạp của việc lắp đặt và cách phân chia phụ tải, trạm biến áp có thể:

- gồm một phòng chứa tủ thiết bị đóng cắt và panel đo lường cùng với máy biến áp và tủ phân phối hạ áp chính;
- hoặc có thể có nhiều phòng chứa máy biến áp (trong phòng bao gồm tủ phân phối hạ áp khu vực) được lấy điện từ thiết bị đóng cắt trung thế trên trạm chính, tương tự như được mô tả trên.

Những trạm này có thể lắp đặt ở:

- trong các tòa nhà ở các phòng điện riêng,
- đặt ngoài trời trong những nhà làm sẵn (nhà lắp ghép).

Vấn đề kết nối phía trung áp

Có thể nối với phía trung áp bằng các cách như sau:

- bằng cáp đơn hoặc bằng đường dây trên không,
- qua hai dao cắt tải có khóa liên động về cơ nối với hai đường cáp từ hai nguồn cung cấp,
- qua hai dao cắt tải nối kiểu mạch vòng.

Phần đo lường

Trước khi dự án lắp đặt được bắt đầu, cần phải có ý kiến nhất trí của công ty quản lý điện về việc sắp xếp vị trí đặt phần đo lường điện.

Một panel đo lường sẽ kèm theo trong tủ thiết bị đóng cắt phía trung thế. Biến điện áp và biến dòng, với độ chính xác theo yêu cầu đo

lường, có thể lắp sẵn trong panel máy cắt chính ở đầu vào hoặc (đối với máy biến điện áp) có thể được lắp riêng trong panel đo lường.

Phòng máy biến áp

Nếu có nhiều phòng chứa biến áp, các dây cấp điện trung áp xuất phát từ trạm chính có dạng hình tia và nối trực tiếp vào máy biến áp hoặc dây kép vào mỗi phòng, hoặc theo sơ đồ mạch vòng. Ở hai trường hợp sau, mỗi máy biến áp cần 3 panel mạch vòng.

Máy phát dự phòng tại chỗ

Máy phát dự phòng sự cố để cấp điện cho các tải quan trọng khi nguồn cấp điện chính bị sự cố.

Tụ điện

Các tụ điện sẽ được lắp đặt theo các yêu cầu:

- tại phía trung áp của trạm chính, theo nhiều bậc;
- hoặc tại phía hạ áp của phòng biến áp.

Máy biến áp

Do yêu cầu tin cậy cung cấp điện, các máy biến áp có thể được bố trí theo kiểu vận hành song song hoặc tự động đảo điện.

Sơ đồ một dây: Sơ đồ được vẽ trên hình C34 gồm:

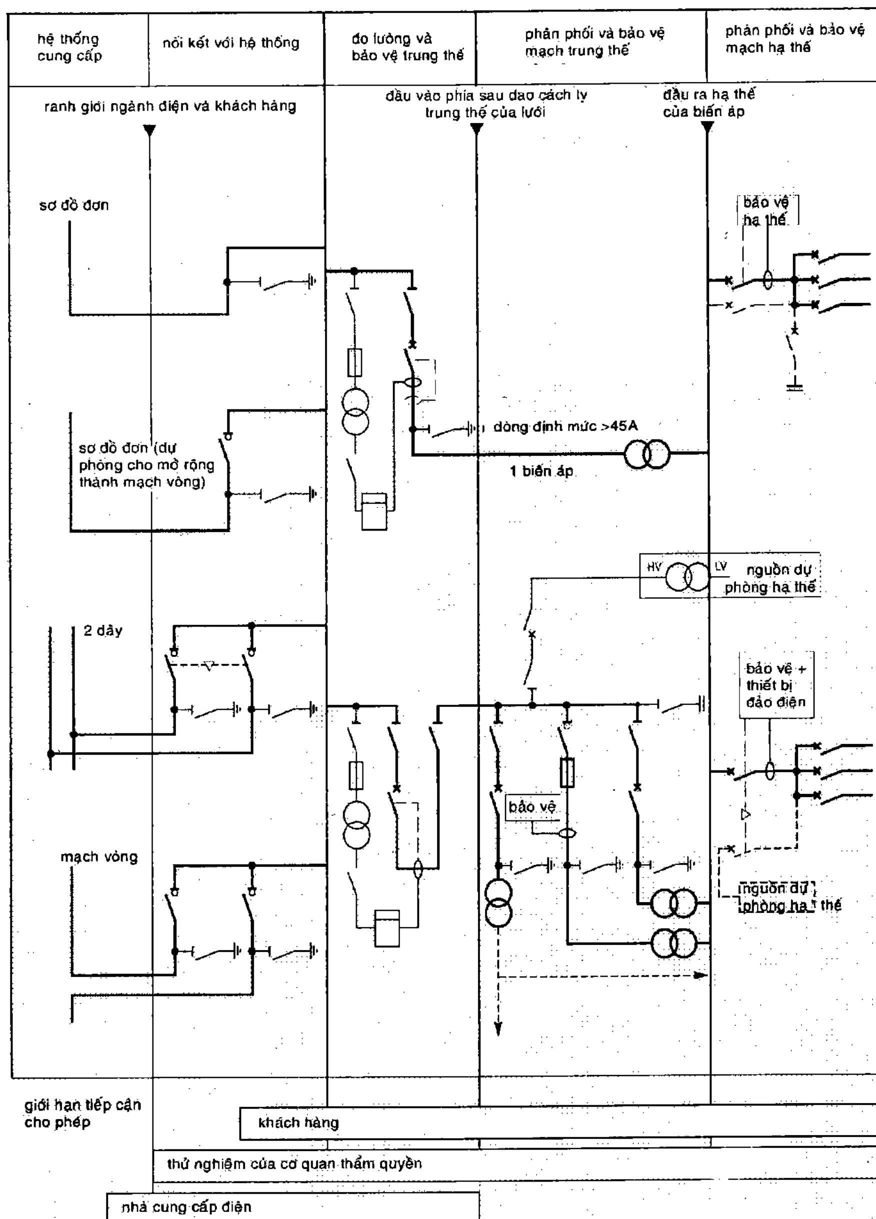
+ các cách nối nguồn trung áp khác nhau, trong 4 trường hợp:

  - một mạch tới;
  - mạch đơn (dự phòng cho khả năng về sau có thể chuyển sang nối kiểu mạch vòng);
  - hai dây đến (liên động cơ);
  - mạch vòng.

+ hình thức bảo vệ thông thường phía trung thế, chức năng đo lường trung thế.

+ bảo vệ phía lộ ra trung thế.

+ bảo vệ mạch phân phối hạ thế.



Hình C34. Trạm biến áp khách hàng với phần đo lường phía trung áp: HV-trung áp; LV-hạ áp

5.2 Chọn các tủ điện

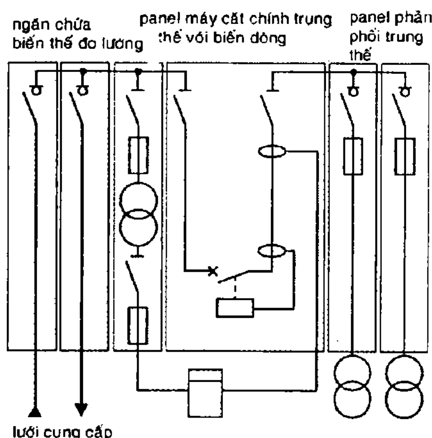
Một trạm biến áp với phần đo lường phía sơ cấp gồm các panel được thiết kế đặc biệt cho đo lường và nếu được yêu cầu sẽ có phần tự động chuyển mạch nguồn hoặc chuyển bằng tay từ nguồn hệ thống sang nguồn máy phát dự phòng.

Phần đo lường và các bảo vệ chung

Những chức năng này được thực hiện bằng các thiết bị của hai panel:

- một panel chứa biến điện áp (VT);
- panel chính chứa máy cắt trung áp với các biến dòng điện (CT) để đo lường và bảo vệ.

Bảo vệ chung được sử dụng để bảo vệ quá dòng (quá tải và ngắn mạch) và các sự cố chạm đất. Hai sơ đồ bảo vệ quá dòng và chống chạm đất nêu trên sử dụng các rơle được sở quản lý điện chỉnh định và niêm phong.



Hình C35. Một cách sắp xếp tiêu biểu panel đóng cắt cho đo lường trung áp.

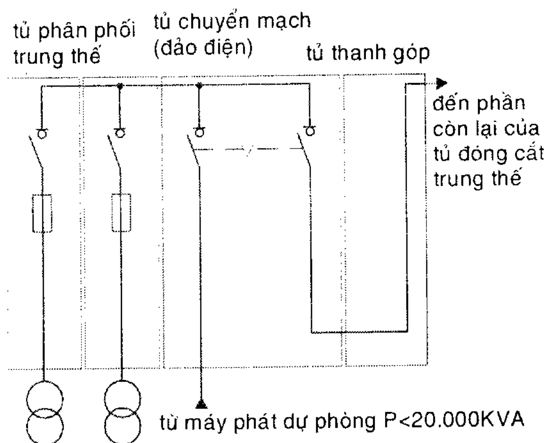
Sơ đồ chuyển nguồn cung cấp

Vài tiêu chuẩn quốc gia khuyến cáo sử dụng bảo vệ phụ nếu một mạng điện có mạch tự động chuyển nguồn khẩn cấp khi có sự cố sang máy phát dự phòng tại chỗ. Tiêu chuẩn này phát biểu rằng việc vận hành máy phát dự phòng không được gây nhiễu tới mạng cấp nguồn hệ thống (trong trường hợp bất kỳ). Điều này có nghĩa là cần có các thiết bị bổ sung bảo vệ máy phát như:

- hoặc là một sơ đồ liên động ngăn ngừa được khả năng vận hành song song máy phát và hệ thống;

- hoặc một sơ đồ cắt tự động thích hợp được sự đồng ý của sở quản lý điện. Sơ đồ này sẽ cắt máy cắt vận hành song song khi có ngắn mạch, hoặc các chế độ không bình thường xảy ra trên mạng nguồn hệ thống hoặc trên mạng đang xét.

Trong trường hợp thứ hai, yêu cầu cắt máy cắt phải được thực hiện một cách tin cậy khi có tín hiệu bảo vệ điện áp thấp và bảo vệ chống dòng công suất ngược của máy phát. Trị số đặt của các rơle này đã được niêm phong. Việc cắt nguồn và thao tác điều khiển máy cắt cũng bị cấm đối với khách hàng sử dụng điện.



Hình C36. Mặt cắt tủ đóng cắt trung áp có panel cấp nguồn dự phòng.

C.C

Máy phát nhỏ vận hành song song với mạng cấp nguồn công cộng

Những ghi chú sau đây chỉ ra vài điều căn bản cần cân nhắc khi thiết kế vận hành song song các máy phát của khách hàng với mạng cung cấp nguồn công cộng.

Bộ tự động điều chỉnh điện áp điều khiển máy phát xoay chiều thường được đặt để đáp ứng lại sự suy giảm điện áp đầu ra của máy phát. Bộ này sẽ tự động tăng dòng điện kích từ máy phát cho tới khi điện áp được phục hồi tới giá trị bình thường.

Khi một máy phát làm việc song song với các máy phát khác, bộ AVR (Automatic Voltage Regulator) (tự động điều chỉnh điện áp) được chuyển sang chế độ vận hành song song. Theo đó mạch điều khiển AVR kiểu compound nhằm đảm bảo sự phân bố công suất phản kháng thích hợp giữa các máy làm việc song song khác. Khi có một số máy phát vận hành song song dưới sự điều khiển của các AVR, việc tăng dòng kích từ của một trong các máy phát (ví dụ được thực hiện bằng tay sau khi chuyển mạch AVR sang chế độ điều khiển bằng tay) sẽ không ảnh hưởng đến mức điện áp. Thực sự, máy phát này sẽ vận hành ở hệ số công suất thấp hơn (tăng công suất (kVA) và vì vậy tăng dòng điện) so với trước đó. Hệ số công suất của tất cả các máy phát còn lại sẽ tự động được nâng cao, nhờ vậy, hệ số công suất tải yêu cầu có thể đạt được như trước đó.

Vấn đề cần xem xét ở đây là máy phát dự phòng của trạm biến áp khách hàng vận hành song song với tất cả các nguồn phát của hệ thống cấp nguồn. Giả sử điện áp của hệ thống giảm khi vận hành (thường ở lưới trung thế độ sụt áp cho phép là ± 5% so với trị số định mức), một mạch AVR được chỉnh để giữ điện áp máy phát thay đổi trong khoảng ± 3% (ví dụ) sẽ tự động tăng điện áp bằng cách tăng dòng kích từ của máy phát. Tuy nhiên, thay vì tăng điện áp, máy phát trong trường hợp này đơn giản là chỉ vận hành ở hệ số công suất thấp hơn trước đó, đồng

thời làm tăng dòng điện đầu ra, nếu quá trình này tiếp diễn, nó sẽ bị cắt ra khỏi mạng bằng các rơle bảo vệ quá dòng.

Đấy là một vấn đề được thông hiểu rất rõ và được giải quyết bằng cách cung cấp một công tắc điều khiển "giữ hệ số công suất không đổi" trên bộ AVR.

Bằng cách chọn nút chức năng này, mạch AVR sẽ tự động điều chỉnh dòng kích từ thích hợp với bất kỳ giá trị điện áp nào tồn tại trong hệ thống, trong khi đó vẫn đảm bảo duy trì hệ số công suất của máy phát là hằng số tại giá trị được chỉnh định (giá trị cosφ này được đặt trên mạch AVR).

Khi máy phát tách vận hành song song với hệ thống, bộ AVR phải tự động nhanh chóng trở về chế độ điều khiển giữ cho điện áp không thay đổi.

Ghi chú:

Vấn đề rất quan trọng ở đây là máy phát "nhỏ" và hệ thống "lớn". Khái niệm "nhỏ" và hệ thống "lớn" là tương đối, vì vậy, ví dụ ngay cả khi một máy phát nhỏ ở cuối một đường dây dài cũng có thể vận hành để thỏa mãn việc giữ điện áp là hằng số.

Trường hợp đặc biệt hơn, nếu tổng trở của hệ thống khi nhìn từ vị trí máy phát là lớn (nghĩa là mức dòng ngắn mạch thấp) thì việc điều khiển giữ cho điện áp không đổi có thể thỏa mãn được. Trong những mạng có khả năng phát triển cao, khi dòng ngắn mạch là lớn, thì việc vận hành trong chế độ cosφ không đổi là bắt buộc.

Những cuộc thảo luận kỹ thuật với sở quản lý điện sẽ rất cần thiết để giải quyết vấn đề, tuy nhiên các phương tiện để điều khiển cho cả hai cách trên nên được đặt mua cùng với máy phát.

5.3 Vận hành song song các máy biến áp

Nhu cầu vận hành song song hai hoặc nhiều hơn các máy biến áp xảy ra khi:

- tải phát triển, vượt quá khả năng của một máy biến áp hiện có;
- thiếu không gian (độ cao) cho một máy biến áp lớn;
- tăng cường độ tin cậy (khả năng hư cùng lúc hai máy biến áp rất nhỏ);
- sự tuân theo kích cỡ chuẩn của máy biến áp trong toàn mạng điện.

Công suất tổng (kVA)

Công suất tổng (kVA) khi hai hoặc nhiều máy biến áp cùng công suất định mức (kVA) nối song song, thì bằng tổng công suất định mức của từng máy với điều kiện cần thiết là các máy biến áp này có cùng điện áp ngắn mạch và cùng tỉ số biến áp.

Các máy biến áp có công suất định mức khác nhau sẽ chia tải thực tế (nhưng điều này không hoàn toàn chính xác) tỉ lệ với công suất định mức của chúng. Điều kiện vận hành song song bây giờ là tỉ số biến áp giống nhau và tổng trở ngắn mạch phần trăm là đồng nhất hoặc gần giống nhau.

Trong trường hợp này, công suất định mức được tính ≥ 90% tổng hai trị số công suất định mức.

Người ta khuyến cáo rằng khi các máy biến áp có tỉ số các số công suất định mức lớn hơn 2:1, không nên vận hành song song thường xuyên.

Các điều kiện cần thiết để vận hành song song

Tất cả các phần tử vận hành song song phải được cấp nguồn từ một lưới chung.

Dòng không cân bằng (không thể tránh được) chạy quẩn giữa các phía thứ cấp của các máy biến áp song song là rất bé và có thể bỏ qua được khi:

+ cáp nối từ thứ cấp máy biến áp tới điểm nối chung của mạch song song phải cùng loại và có chiều dài gần bằng nhau;

+ nhà sản xuất máy biến áp đã được thông báo đầy đủ về các chức năng của máy biến áp để:

- tổ đấu dây (sao, tam giác, sao kiểu zigzag) trong các máy biến áp phải có cùng sự biến đổi pha giữa cuộn sơ và thứ;
- điện áp ngắn mạch phần trăm phải bằng nhau hoặc khác nhau ít hơn 10%;
- sự khác nhau về trị số điện áp giữa các pha tương ứng không được vượt quá 0,4%;
- tất cả những thông tin có thể có về điều kiện sử dụng, kỳ vọng về chu kỳ phụ tải, v.v... nên được cung cấp cho nhà chế tạo để tối ưu tổn thất không tải và tổn thất khi mang tải.

Các kiểu đấu dây thông thường

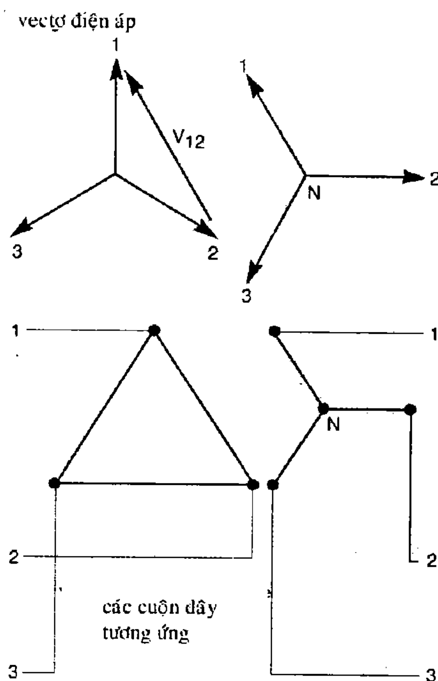
Như đã mô tả trong mục 4.4 "các kiểu đấu dây", mối quan hệ giữa các cuộn dây sơ, thứ, và cuộn thứ ba phụ thuộc vào:

- loại đấu dây (sao, tam giác, zigzag);
- cách nối các cuộn dây pha.

Ví dụ khi nối kiểu sao sẽ cho ra điện áp ngược 180^0 với các điện áp tạo ra nếu đấu sao ở đầu ngược lại. Tương tự như vậy, độ lệch góc pha 180^0 sẽ xảy ra trong hai trường hợp khi nối các cuộn dây vào điện áp dây cho kiểu nối dây tam giác, trong khi đó kiểu nối zigzag có thể thực hiện theo bốn cách kết hợp khác nhau;

C.C

- góc lệch pha của điện áp thứ cấp so với phía sơ cấp như đã nói trên luôn bằng một bội số của 30^0, phụ thuộc vào cách nối dây và cách nối cực tính của các cuộn dây pha. Cách nối thông dụng nhất đối với máy biến áp phân phối là Dyn-11.



Hình C37. Sự thay đổi góc pha khi máy biến áp được nối kiểu Dyn-11.

6. CÁCH THIẾT LẬP CÁC TRẠM BIẾN ÁP PHÂN PHỐI TRUNG/HẠ ÁP

Các trạm trung /hạ áp được xây dựng phụ thuộc vào độ lớn của tải và loại nguồn hệ thống.

Các trạm có thể được xây nơi công cộng, chẳng hạn như công viên, khu dân cư v.v.. hoặc trong các nhà riêng khi sở quản lý điện

được phép tự do tiếp cận. Điều này xảy ra khi một trong những vách tường của trạm (phần có cửa ra vào) nằm ngay trên đường bao khuôn viên của khách hàng và lối đi công cộng.

6.1 Các kiểu trạm khác nhau

Các trạm có thể được phân loại theo cách lắp đặt.phần đo lường (phía trung thế hoặc hạ thế) và loại nguồn cung cấp (đường dây trên không hoặc cáp ngầm).

Các trạm có thể lắp đặt:

- trong nhà,trong các buồng kín đặc biệt hoặc trong các phòng của một tòa chung cư, v.v.., hoặc
- lắp ngoài trời trên một cột hoặc trên nhiều cột (kiểu cột hình H với sự kết nối của 4 cột đơn) hoặc trong các nhà lắp ghép hoặc trong các nhà xây bằng gạch hoặc bêtông.

Các nhà lắp ghép đặt trên sàn ximăng là cách lắp đặt đơn giản và nhanh chóng nhất.

6.2 Trạm trong nhà với các thiết bị đóng cắt kiểu hợp bộ có vỏ bọc bằng kim loại

Hình C38 minh họa cách sắp xếp các thiết bị đối với một dạng trạm có phần đo lường phía hạ áp.

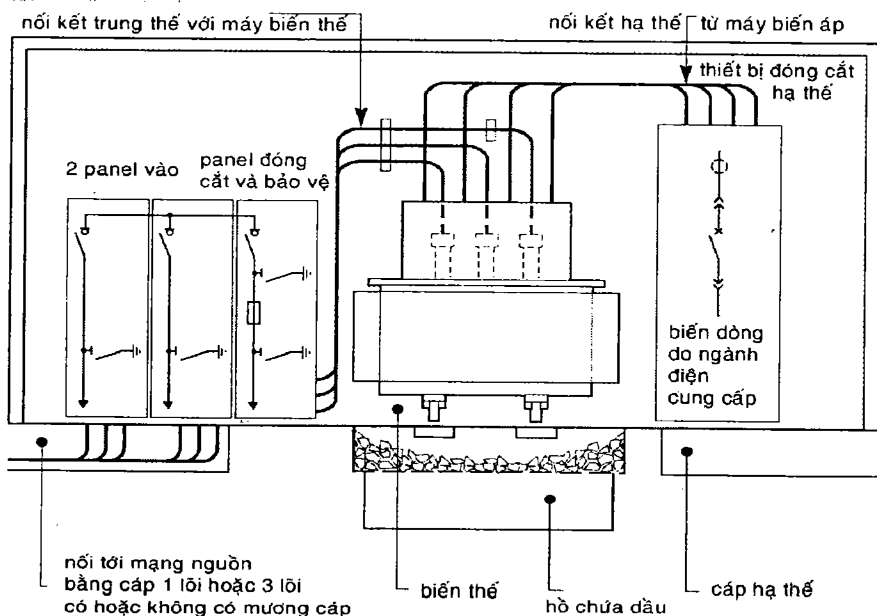
Chú ý: khi sử dụng máy biến áp khô nên bỏ phần hố chứa dầu sự cố chống cháy.

Cách nối nguồn và liên kết các thiết bị trong trạm

Phía trung thế: việc nối vào phía nguồn trung thế do sở quản lý điện tiến hành.

Việc nối giữa thiết bị đóng cắt trung thế và máy biến áp có thể được thực hiện bằng:

- các thanh đồng ngắn khi máy biến áp được đặt trong ngăn của panel chứa thiết bị đóng cắt trung áp;
- các sợi cáp một lõi không có vỏ bọc sắt, cách điện bằng nhựa tổng hợp;
- nối bằng các cáp đơn không có vỏ bọc sắt tới 250A (hoặc lớn hơn) vào máy biến áp với các đầu nối kiểu cắm (plug-in type).



Hình C38. Cách bố trí các panel máy cắt của trạm có phần đo lường phía hạ áp.

Phía hạ thế:

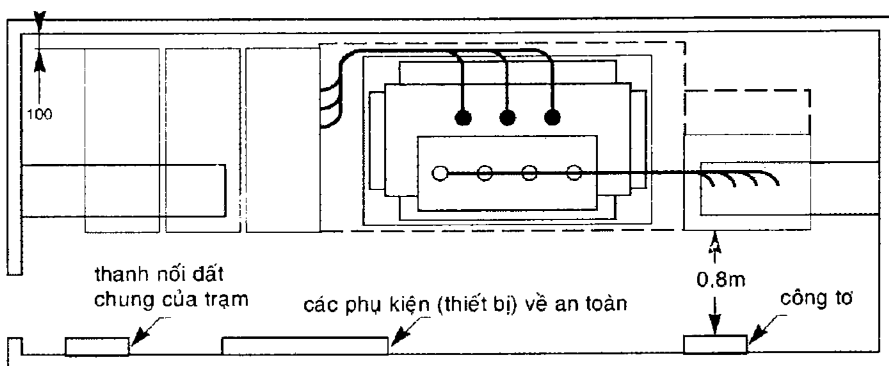
+ việc nối giữa các đầu ra hạ áp của máy biến áp và các thiết bị đóng cắt hạ áp có thể bằng:

- các loại cáp một lõi không có vỏ bọc sắt;
- các thanh đồng cứng (tiết diện tròn hoặc chữ nhật) bọc cách điện bằng gia nhiệt.

Phần đo lường

- các biến dòng đo lường thường được lắp đặt bên trong vỏ bảo vệ của đầu ra phía hạ áp của máy biến áp, nắp này được sở quản lý điện niêm phong;
- hoặc các biến dòng này được lắp trong ngăn riêng có niêm phong, ngăn này nằm trong cabin phân phối chính phía hạ áp;
- các đồng hồ được lắp trên bảng điều khiển sao cho tránh được mọi dao động và gần các biến dòng;
- sở quản lý điện chỉ được tiếp cận phần đo lường.

Mặt đồng hồ và các bảng chia độ của các đồng hồ nên được đặt ở độ cao 1,65m so với sàn nhà, không được thấp hơn 0,7m và không cao hơn 1,8m.



Hình C39. Sơ đồ mặt bằng trạm tiêu biểu với phần đo lường ở hạ áp.

Các mạch nối đất

Trạm phải bao gồm:

+ một điện cực nối đất dùng chung cho tất cả các phần vỏ kim loại của các thiết bị cũng như những vật dẫn tự nhiên khác là:

- các màn kim loại bảo vệ;
- các cốt thép trong cấu trúc bêtông của trạm;
- điểm nối chung phía thứ cấp của tất cả các biến dòng điện.

Ghi chú: các cửa ra vào hoặc cửa thông gió bằng kim loại không được nối đất.

+ một điện cực nối đất cho điểm trung tính phía hạ áp của máy biến áp (*);

+ các đầu nối có thể di chuyển ở các điểm cần thiết để đo sự liên kết giữa các điện cực cũng như xác định điện trở của từng điện cực nối đất;

+ một điện cực nối đất riêng cho mạng hạ áp (*)

(*) Ở những diện tích nhỏ, phạm vi điện trở của các điện cực nối đất bao trùm lên nhau. Trong trường hợp này, các điện cực nối đất được nối chung với nhau thành hệ thống nối đất chung cho phía trung thế và hạ thế như đã trình bày trong "Các phương pháp nối đất" trong mục 1.1 của chương này.

Chiếu sáng trong trạm

Nguồn cung cấp cho mạch chiếu sáng có thể được lấy từ phía trước hoặc phía sau của CB tổng đầu vào hạ áp. Trong những trường hợp này, cần đặt bảo vệ quá dòng thích hợp. Người ta khuyến cáo nên sử dụng các mạch tự động chiếu sáng sự cố cho trạm.

Các công tắc, nút nhấn v.v.. thường được đặt ngay ở lối vào.

Các thiết bị chiếu sáng được lắp đặt sao cho:

- các phần vận hành bằng tay của tủ đóng cắt và các bộ chỉ thị vị trí phải được chiếu sáng đủ;

- các mặt đồng hồ, các bảng hướng dẫn v.v.. phải dễ đọc.

Các phụ kiện cho vận hành và an toàn

Trạm phải được cung cấp với:

+ các thiết bị đảm bảo vận hành an toàn gồm:

  - một ghế gỗ và /hoặc một thảm cách điện (bằng cao su hay nhựa tổng hợp);
  - một cặp bao tay cách điện đựng chung trong một hộp;
  - một thiết bị kiểm tra điện áp dùng đối với thiết bị trung thế;
  - các bộ tiếp đất (tùy loại thiết bị đóng cắt);

+ thiết bị dập lửa dạng bột hoặc loại CO_2;

+ các tín hiệu cảnh báo, chú ý và báo động an toàn được đặt ở:

  - trên mặt ngoài của tất cả các cửa ra vào, một tấm biển ghi dấu hiệu cảnh báo "DANGER" (NGUY HIỂM), những điều cấm và các khuyến cáo về cấp cứu đối với nạn nhân bị tai nạn về điện;
  - bên trong trạm: bảng được nhìn thấy đầu tiên là những ghi chú nói trên;
  - một tấm biển ghi chữ "DANGER" (với hình sọ người) và hai xương bắt chéo hoặc các ký hiệu tương đương của địa phương) được gắn trên tất cả các panel có thể tháo lắp được dẫn tới tiếp cận với phần dẫn điện bên trong.

Các trạm biến áp phân phối công cộng gắn trên cột

Lĩnh vực ứng dụng:

Các trạm loại này chủ yếu cung cấp điện cho hộ tiêu thụ vùng nông thôn ở xa, lấy điện nguồn trung thế từ các đường dây phân phối trên không:

- mức điện áp từ 1kV đến 24kV;

- từ máy biến áp 1 pha, công suất không quá 160kVA, điện áp thứ cấp là 230/400V (3 pha 4 dây);
- có phần đo lường phía hạ thế

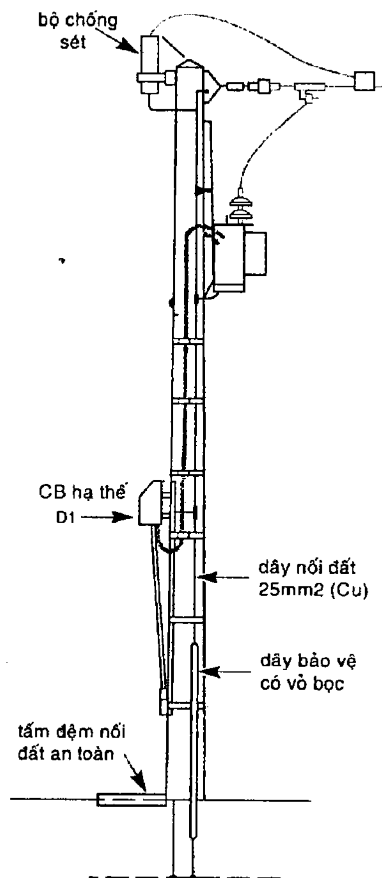
Cấu trúc trạm

Các trạm này thường được cung cấp bằng đường dây 3 pha đơn, không có máy cắt hoặc cầu chì ở đầu vào trung thế của máy biến áp. Các chống sét van được lắp đặt để bảo vệ cho máy biến áp và phụ tải như đã minh họa trong hình C40.

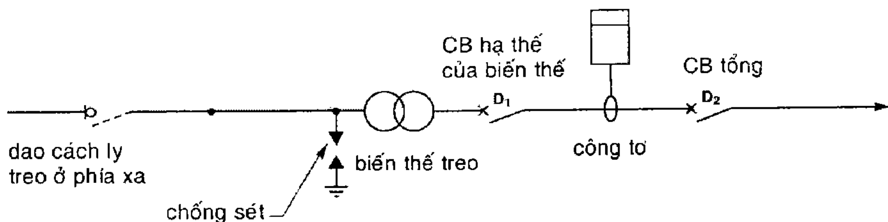
Bảo vệ phía hạ áp thường được thực hiện bằng hai CB hạ áp (D_1) và (D_2) như trong hình C41:

- CB (D_1) bảo vệ máy biến áp chống quá tải và chống ngắn mạch trên mạch hạ áp. CB này được lắp trên cột có đặc tính cắt t = f(I) kiểu tỉ lệ ngược, hoặc CB này được tác động cắt nhờ rơle nhiệt giám sát nhiệt độ của cuộn dây máy biến áp;
- CB (D_2) là CB tổng của mạng hạ áp.

Cần phải đảm bảo tính tác động chọn lọc của hai CB này. Các trị số đặt được sở quản lý điện chỉnh định và được niêm phong.



Hình C40. Trạm biến áp được lắp trên cột.

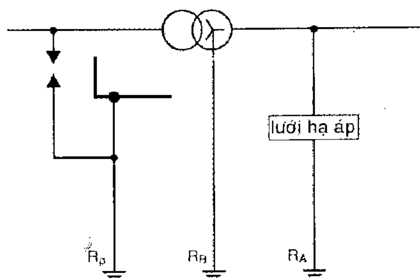


Hình C41. Sơ đồ nguyên lý của trạm biến áp lắp trên cột.

C.C

Cách sắp đặt thông dụng các thiết bị

Như đã nói trên, việc đặt trạm phải dễ dàng trong thi công không những đối với người mà còn khi vận chuyển thiết bị (ví dụ nâng máy biến áp) và việc điều khiển các phương tiện vận tải nặng. Các điện cực nối đất thường được nối riêng như đã phân tích trong mục 1.1 của chương này. Xem hình C42.



Hình C42. Các điện cực nối đất được cách ly:
R_p cần có giá trị lớn nhất như của R_S trong trường hợp "E" hình C7;
$R_B < 3\Omega$ để hạn chế áp cho lưới khách hàng khi hư hỏng cách điện trung hạ do phóng điện ngược hoặc do các nguyên nhân khác.

Nhà lắp ghép dành cho trạm ngoài trời

Đối với nhiều trạm phức tạp đòi hỏi sử dụng cấu trúc nối mạng nguồn kiểu vòng hoặc tủ đóng cắt chứa nhiều máy cắt, gọn, không chịu ảnh hưởng của thời tiết và tránh sự xâm nhập của các thú hoang, trong những trường hợp này các trạm kiểu kín được sử dụng. Các khối được chế tạo sẵn sẽ được lắp đặt trên nền nhà bêtông và được sử dụng đối với trạm ở đô thị cũng như trạm ở nông thôn.

Các ưu điểm của các trạm kiểu kín này là:

+ tối ưu hóa về vật liệu và sự an toàn do:

- có sự chọn lựa thích hợp từ các kiểu lắp đặt có thể;
- tuân theo toàn bộ các tiêu chuẩn quốc tế hiện hành và các tiêu chuẩn dự định trong tương lai;

+ giảm thời gian nghiên cứu và thiết kế, giảm chi phí lắp đặt do:

- cực tiểu hóa sự phối hợp vài nguyên lý của xây dựng và kỹ thuật điện;
- tin cậy, độc lập với xây dựng công trình chính;
- loại bỏ nhu cầu một kết nối tạm thời tại lúc bắt đầu chuẩn bị thi công công trình;
- đơn giản hóa trong thi công, chỉ cần cung cấp một móng bằng bêtông chịu lực.

+ vô cùng đơn giản trong lắp đặt thiết bị và kết nối.

Những trạm ngoài trời khác thường giống nhau đối với vài quốc gia, dựa trên yếu tố bảo vệ các thiết bị chống ảnh hưởng của thời tiết.

Loại có hàng rào chung quanh, bên trong có 3 hoặc nhiều hơn các cột bêtông được lắp:

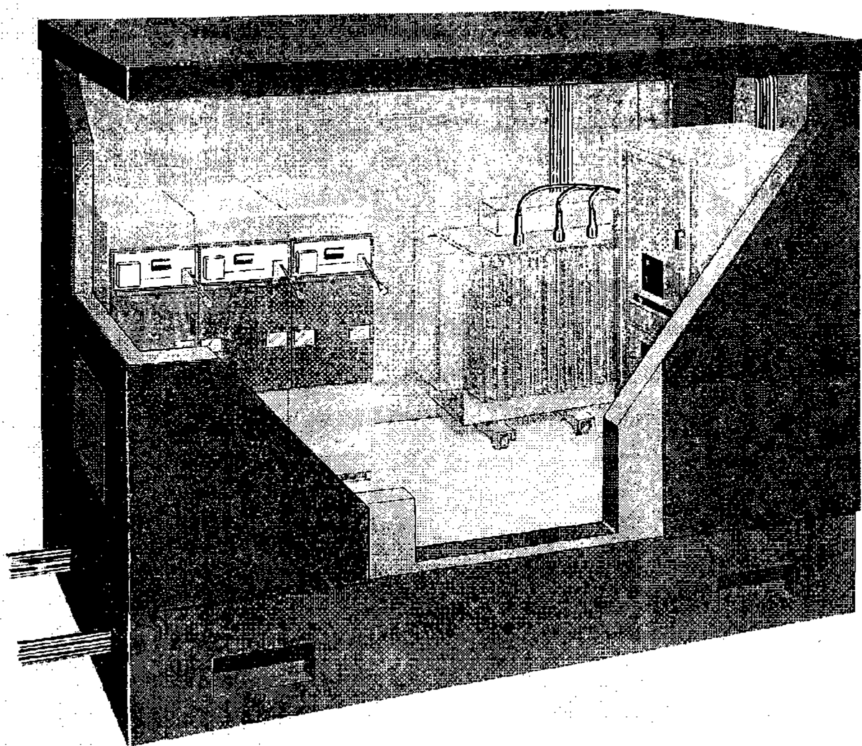
- cho mạch kết cấu kiểu vòng hoặc nhiều dao cắt – cầu chì hay các máy cắt;

- cho một hoặc nhiều máy biến áp, và

- cho một hoặc nhiều cột phân phối hạ áp.

Sự đơn giản trong bố trí thiết bị của các sơ đồ này đối nghịch với việc tăng chi phí do giá của các máy cắt, hộp cáp, v.v..., phải chịu được điều kiện thời tiết.

Trạm loại này không được ưa chuộng ở các vùng dân cư hoặc ở những nơi cần đảm bảo về mỹ quan và do các lý do trên, ngày càng có nhiều nước sử dụng loại trạm trong nhà hoặc trạm đặt trong nhà lắp ghép.



Hình C43. Mặt cắt của một trạm trung /hạ áp sử dụng trạm lắp ghép.

CHƯƠNG D

CÁC KIỂU NỐI MẠNG HẠ ÁP

1. LƯỚI HẠ ÁP CÔNG CỘNG

1.1 Hộ tiêu thụ hạ áp

Điện hạ áp thấp phổ biến nằm trong dải 120 V (một pha) tới 240/415 V (3 pha 4 dây). Tải có giá trị đến 250 kVA có thể lấy điện từ lưới hạ áp. Tuy nhiên, nhà cung cấp điện thường đề nghị cấp điện trung thế cho các tải có giá trị lớn. Tiêu chuẩn quốc tế về điện áp cho lưới hạ thế 3 pha 4 dây là 230/400V (IEC-38-1983).

Hộ tiêu thụ hạ áp là các hộ có giá trị tải thỏa điều kiện cấp điện hạ áp trên địa phận của mình.

Điện áp của lưới hạ thế nội bộ có thể là 120/208V hoặc 240/415V (giá trị nhỏ nhất và lớn nhất cho lưới 3 pha hoặc giá trị trung gian như trong bảng D1)

Tiêu chuẩn quốc tế về điện áp cho lưới hạ thế 3 pha 4 dây theo IEC 38 1983 là 230/400 V.

Tải dưới 250 kVA có thể được cấp từ lưới LV, nhưng điện lực thường yêu cầu nối lưới HV khi nửa tải quá sức chịu của lưới LV.

Lưu ý sau dành cho bảng D1:

1. Từng nhà dân sẽ được cấp điện bằng một dây pha và một dây trung tính (hệ A hoặc G)

2. Tần số thấp hơn 50Hz và điện áp một chiều được sử dụng hạn chế trong một số vùng. Các ví dụ trên cho thấy sự đa dạng của lưới hạ thế

3. Không có thông tin về cấp điện cho các xí nghiệp bằng mức điện áp lớn hơn.

4. Để thấy được sự khác nhau của lưới hạ thế, nghiên cứu lưới điện nhiều vùng khác nhau của quốc gia được trình bày.

5. Tần số 50 (vùng phía Đông) và 60 Hz (vùng phía Tây). Đường ranh giới từ bắc xuống Nam đi qua Shizuoka trên đảo Honshu.

6. Một số vùng ở xa sẽ được cấp điện qua hệ thống dùng đất làm dây trở về (SWER).

7. Chỉ rất ít thị trấn có kiểu cấp điện này.

8. Dùng cho các vùng mỏ hẻo lánh

9. Không có thông tin.

10. Các giá trị quan sát được.

Hộ dân dụng và thương mại

Chức năng của dây phân phối hạ thế "chính" (các cáp ngầm hoặc dây trên không) là cấp điện cho nhóm hộ tiêu thụ dọc trên đường đi.

Các yêu cầu về dòng định mức của dây sẽ được xác định theo số lượng khách hàng và tải yêu cầu trung bình của mỗi khách hàng.

Hai thông số giới hạn chính cho một dây phân phối là:

- dòng điện lớn nhất mà dây có thể tải được lâu vô hạn, và
- chiều dài lớn nhất của dây. Điều này có nghĩa là khi tải dòng lớn nhất, sụt áp trên dây không vượt quá trị cho phép qui định;

Bảng D1. Cung cấp điện của các nước trên thế giới. Chữ cái trong ngoặc liên quan tới giản đồ mạch điện ở cuối bảng. Chữ số trong ngoặc liên quan tới ghi chú theo sau phần giản đồ

Quốc gia	Tần số và sai lệch %	Dân dụng	Thương mại	Công nghiệp	Độ lệch điện áp (%) của lưới hạ thế
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Australia	50 ± 0,1	240/415 (A) (E) 240 (L)	240/415 (A) 250/440 (A) 440 (N) (6)	22 kV 11 kV 6,6 kV 240/415 (A) 250/440 (A)	±6
Western	50	250/440 (A)	(9)	(9)	± 6 (10)
Algeiria	50 ± 1,5	127/220 (E) 220 (L) (1)	220/380 (A) 127/220 (A)	10 kV 5,5 kV 6,6 kV 220/380 (A)	± 5 và ± 10
Argentina	50 ± 1,0	225 (L) (1) 220 (L) (1)	225/390 (A) 220/380 (A) 220 (L)	13,2 kV 6,88 kV 225/390 (A) 220/380 (A)	± 10
Brazin	60	220 (L) (1) 127 (L) (1)	225/390 (A) 127/220 (A)	13,8 kV 11,2 kV 220/380 (A) 127/220 (A)	(9)
Belgium	50 ± 3	220/380 (A) 127/220 (A) 220 (F)	220/380 (A) 127/220 (A) 220 (F)	15 kV 6 kV 220/380 (A) 127/220 (A) 220 (F)	+ 5 ngày ± 10 (đêm)
Bolivia	50 ± 1	115/230 (H)	115/230 (H)	115/230 (H) (3)	± 5
Cambodia	50	120/208 (A) 120 (L)	220/380 (A) 120/208 (A)	220/380 (A) (3) 120/208 (A)	(9)
Canada	60 ± 0,02	120/240 (K)	347/600 (A) 480 (F) 240 (F) 120/240 (K) 120/208 (A)	7,2/12,5 kV 347/600 (A) 120/208 600 (F) 480 (F) 240 (F)	± 4 - 8,3
Chile	50	220 (L) (1)	220/380 (A) (1)	220/380 (A) (3)	(9)
China	50	220 (L) (1)	220/380 (A)	220/380 (A) (3)	± 7
Colombia	60 ± 1	120/240 (G) 120 (L)	120/240 (G) 120 (L)	13,2 kV 120/240 (G)	± 10
Costa Rica	60	120 (L) (1)	120/240 (K) 120 (L) (1)	120/240 (G) (3)	(9)

Tiếp bảng D1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Czechoslovakia	50 ± 0,1	230/380 (A) 220 (L)	230/380 (A) 220 (L)	22 kV 15 kV 6 kV 3 kV 220/380 (A)	± 10
Denmark	50 ± 0,4	220/380 (A) 220 (L)	220/380 (A) 220 (L)	30 kV 10 kV 220/380 (A)	± 10
Egypt (AR)	50 ± 1	220/380 (A) 220 (L)	220/380 (A) 220 (L)	11 kV 6,6 kV 220/380 (A) (D)	± 10
Finland	50 ± 0,1	220 (L) (1)	220/380 (A)	380/660 (A) 500 (B) 220/380 (A) (D)	± 10
France	50 ± 1	230/400 (A) 220/380(A) 220 (L) 127/220 (E) 127 (L)	230/400 (A) 220/380(A) 220/380 (D) 380 (B)	20 kV 15 kV 230/400 380 (B) 220/380 (A) (D)	± 10
Germany Ex-DRG	50 ± 0,3	220/380 (A) 220 (L)	220/380 (A) 220 (L)	20 kV 10 kV 220/380 (A)	± 10
Ex-FRG	50 ± 0,3	220/380 (A) 220 (L) 127/220 (A) 127 (L)	220/380 (A) 220 (L)	10 kV 6 kV 380/660 (A) 220/380 (A)	± 5
Greece	50 ± 1	220 (L) (1)	6,6 kV 220/380 (A)	22 kV 20 kV 15 kV 6,6 kV 220/380 (A)	± 5
Hong Kong (và Kowloon)	50 ± 2	200/346 (A) 200 (L)	11 kV 200/346 (A) 220/380 (A) 200 (L)	11 kV 200/346 (A) 220/380 (A) (3)	± 6
Hungary	50 ± 2	220/380 (A) 220 (L)	220/380 (A)	20 kV 220 (L) 10 kV 220/380 (A)	+ 5 - 10
Iceland	50 ± 1	220/380 (A) 220 (L)	220/380 (A)	220/380 (A) (3)	(9)
Bombay	50 ± 1	250/440 (A) 230 (L)	250/440 (A) 230 (L)	11 kV 250/440 (A)	+ 4
New Delhi	50 ± 3	230/440 (A) 230 (L)	230/440 (A) 230 (L)	11 kV 230/440 (A)	+ 6

Tiếp bảng D1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Romakrishna-puram (2)	50 ± 3 25 d.c	230/440 (A) 230 (L) 230/460 (P)	220/400(A) 230 (L) 230/460 (P)	22 kV và 11 kV (9) (9)	+ 6
Indonesia	50 ± 1 - 2	127/220 (A)	220/380 (A) 127/220 (A)	220/380 (A) (3)	+ 5
Iran	50 ± 5	220 (L) (1)	220/380 (A)	20 kV 11 kV 231/400 (A) 220/380 (A)	+ 15
Iraq	50	220 (L) (1)	220/380 (A)	11 kV 6,6 kV 3 kV 220/380 (A)	+ 5
Ireland (Northern) Ireland (Republic of)	50 ± 0,4 50	230 (L) (1) 220 (L) (1) 220 (L) (1)	230/400 (A) 220/380 (A) 220/380 (A)	230/400 (A) 220/380 (A) 10 kV 220/380 (A)	+ 6 (9)
Isarel	50 0.2	230/400 (A) 230 L	230/400 (A) 230 L	22 kV 12,6 kV 6,3 kV 230/400 (A)	+ 6
Italy	50 ± 0,4	220/380 (A) 127/220 (E) 220 (L)	220/380 (A) 127/220 (E)	20 kV 15 kV 10 kV 220/380 (A) 220 (C)	± 5 (đô thị) ±10 (nông thôn)
Japan (East) (4) Japan (West) (4)	50 ± 2 (5) 60 ± 0,1 (5)	100/200 (K) 100 (L) 105/210 (K) 100/200 (K) 100 (L)	100/200 (H) (K) 105/210 (H)(K) 100/200 (K) 100 (K)	6,6 kV 100/200 (H) 200 (G) (J) 22 kV 6,6 kV 105/210 (H) 100/200 (H)	± 10 ± 10
Korea (North) Korea (South)	60 + 0 - 5 60	220 (L) 100 (L)	220/380 (A) 100/200 (K)	220/380 (A) (9)	+ 6,8 - 13,6 (10) (9)
Kuwait	50	240 (L) (1)	240/415 (A)	240/415 (A) (3)	(9)
Luxembourg	50 ± 0,5	220/380 (A) 127/220 (A) 120/208 (A)	220/380 (A) 127/220 (A) 120/208 (A)	20 kV 15 kV 5 kV	± 5 và ± 10
Malaysia	50 ± 1,0	240 (L) (1)	240/415 (A)	240/415 (A) (3)	+ 5 - 10
Mexico	60 ± 0,2	127/220 (A) 220 (L) 120 (M)	127/220 (A) 220 (L) 120 (M)	13,8 kV 13,2 kV 277/480 (A) 127/220 (A)	± 6
Morroco	50	127/220 (A) 115/200 (A)	220/380 (A)	220/380 (A) (3)	(9)

C.D

Tiếp bảng D1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Nethrlands	50 ± 0,4	220/300 (A) 220 (E) (L)	220/380 (A)	10 kV 3 kV 220/380 (A)	± 6
New Zealand	50 ± 1,5	230/400 (A) (E) 230 (L) 240 (L)	240/415 (A) (E) 230/400 (A) (E) 230 (L) 240 (L)	11 kV 230/400 (A) 240/415 (A) 440 (N) (6)	± 5
Nigeria	50 ± 1,5	230 (L) (1) 220 (L) (1)	230/400 (A) 220/380 (A)	15 kV 11 kV 230/400 (A) 220/380 (A)	± 5
Norway	50 ± 0,2	230 (B)	220/380 (A) 230 (B)	20 kV 10 kV 5 kV 220/380 (A) 230 (B)	± 10
Pakistan	50	230 (L) (1)	230/400 (A) 230 (L)	230/400 (A) (3)	(9)
Philippines	60 ± 0,16	110/220 (K)	13,8 kV 4,16 kV 2,4 kV 110/220 (H)	13,8 kV 4,16 kV< 2,4 kV 440 V (B) 110/220 (H)	± 5
Manila	60 ± 5	240/120 (H) (K) 240/120 (H)	240/120 (H) (K) 240/120 (H)	20 kV 6,24 kV 3,6 kV 240/120 (H)	± 5
Peru	60	225 (B) (M)	225 (B) (M)	10 kV 6 kV 225 (B)	(9)
Poland	50 ± 1	220 (L) (1)	220/380 (A)	15 kV 6 kV 220/380 (A)	± 5
Portugal	50 ± 1	220/380 (A) 220 (L)	15 kV 5 kV 220/380 (A) 220 (L)	15 kV 5 kV 220/380 (A)	± 5
Rumania	50 ± 1	220 (L) (1)	220/380 (L)	20 kV 10 kV 6 kV 220/380 (A)	± 5
Saudi Arabia	60 ± 0,5	127/220 (A)	127/220 (A) 220/330 (A)	13,8 kV 220/380 (A)	± 5
Singapore	50 ± 0,5	230/400 (A) 230 (L)	6,6 kV 230/400 (A)	22 kV 6,6 kV 230/400 (A)	± 3

Tiếp bảng D1

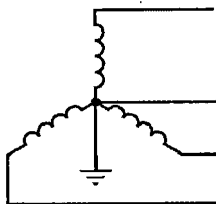
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Spain	50 ± 3	220/380 (A) (E) 220 (L) 127/220 (A) (E) 127 (L)	220/380 (A) 127/220 (A)	15 kV 11 kV 220/380 (A)	± 7
South Africa	50 ± 2,5 25 (8)	250/433 (A) (7) 230/400 (A) (7) 220/380 (A) 220 (L) 230/400 (A) (7) 220/380 (A)	11 kV 6,6 kV 3,3 kV 250/433 (A) (7) 220/380 (A)	11 kV 6,6 kV 3,3 kV 500 (B)	± 5
Sweden	50 ± 0,2	220/380 (A) 220 (L)	220/380 (A) 220 (L)	20 kV 10 kV 6 kV 220/380 (A)	± 10
Syria	50	220 (L) (1) 115 (L)	220/380 (A) 220 L 115/200 (A) 115 (L)	220/380(A) (3) 115/200 (A)	(9)
Taiwan	60 ± 4	220/380 (A) 220 (L) 110/220 (K) 110 (L)	220/380 (A) 110/220 (H)	22,8 kV 11,4 kV 220/380 (A) 220 (H)	± 5 và ± 10
Tunisia	50 ± 2	220/380 (A) 220 (L)	220/380 (A) 220 (L)	15 kV 10 kV 220/380 (A)	± 10
Turkey	50 ± 1	220 (L) (1)	220/380 (A)	15 kV 6,3 kV 220/380 (A)	± 10
United Kingdom	50 ± 1	240 (L) (1)	240/415 (A)	22 kV 11 kV 6,6 kV 3,3 kV 240/415 (A)	± 6
U.S.A (4) Charlotte (NorthCarolina)	60 ± 0,06	120/240 (K) 120/208 (A)	265/460 (A) 120/240 (K) 120/208 (A)	14,4 kV 7,2 kV 2,4 kV 575 (F) 460 (F) 240 (F) 265/460 (A) 120/240 (K) 120/208 (A)	+ 5 - 2,5
Detroit (Michigan)	60 ± 0,2	120/240 (K) 120/208 (A)	480 (F) 120/240 (H) 120/208 (A)	13,2 kV 4,8 kV 4,16 kV 480 (F) 120/240 (H) 120/208 (A)	+ 4 - 6,6

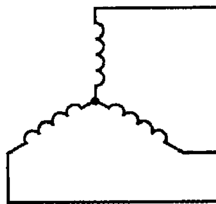
C.D

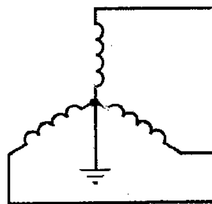
Tiếp bảng D1

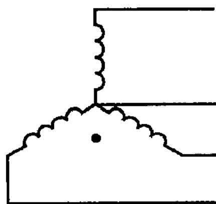
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Los Angeles (Calfornia)	60 ± 0,2	120/240 (K)	4 8 kV 120/240 (G)	4,8 kV 120/240 (G)	± 5
Miami (Florida)	60 ± 0,3	120/240 (K) 120/208 (A)	120/240 (K) 120/240 (H) 120/208 (A)	13,2 kV 2,4 kV 480/277 (A) 120/240 (H)	± 5
New York (New York)	60	120/240 (K) 120/208 (A)	120/240 (K) 120/208 (A) 240 (F)	12,47 kV 4,16 kV 277/480 (A) 480 (F)	(9)
Pittsburgh (Pennsylvania)	60 ± 0,03	120/240 (K)	265/460 (A) 120/240 (K) 120/208 (A) 460 (F) 240 (F)	13,2 kV 11,5 kV 2,4 kV 265/460 (A) 120/208 (A) 460 (F) 230 (F)	± 5 (chiếu sáng) ± 10 (động lực)
Portland (Oregon)	60	120/240 (K)	277/480 (A) 120/240 (K) 120/208 (A) 480 (F) 240 (F)	19,9 kV 12 kV 7,2 kV 2,4 kV 277/480 (A) 120/208 (A) 480 (F) 240 (F)	(9)
San Francisco (California)	60 ± 0,08	120/240 (K)	277/480 (A) 120/240 (K)	20,8 kV 12 kV 4,16 kV 277/480 (A) 120/240 (G)	± 5
Toledo (Ohio)	60 ± 0,08	120/240 (K) 120/208 (A)	277/480 (C) 120/240 (H) 120/208 (K)	12,47 kV 7,2 kV 4,8 kV 4,16 kV 277/480 (A) 120/208 (A)	± 5
USSR (former)	50	220/380 (A) 220 (L0 127/220 (A) 127 (L)	220/380 (A) 220 (L)	220/380 (A) (3)	(9)
Vietnam	50 ± 0,1	220 (L) (1) 120 (L) (1)	220/380 (A) 120/208 (A)	15 kV 220/380 (A)	± 10
Yugoslavia	50	220/380 (A) 220 (L)	220/380 (A) 220 (L)	10 kV 6,6 kV 220/380 (A)	(9)

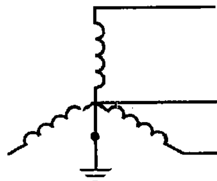
Giản đồ mạch *

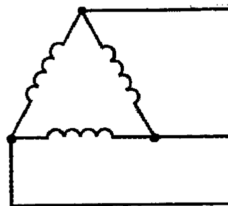

a/ 3 pha, mắc sao, 4 dây, trung tính nối đất

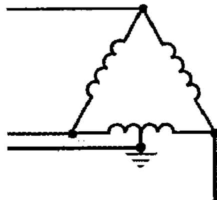

b/ 3 pha, mắc sao, 3 dây

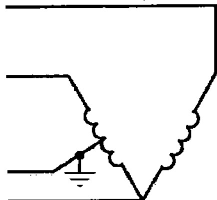

c/ 3 pha mắc sao, 3 dây, trung tính nối đất

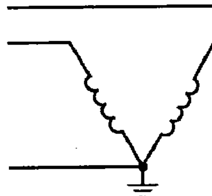

d/ 3 pha mắc sao, 4 dây, trung tính không nối đất

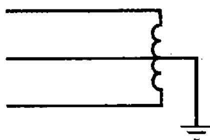

e/ 2 pha, mắc sao, 3 dây, trung tính nối đất

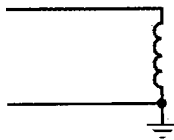

f/ 3 pha mắc tam giác, 3 dây

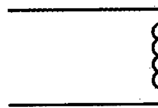

g/ 3 pha mắc tam giác, 4 dây, nối đất điểm giữa của một pha

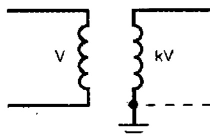

h/ 3 pha tam giác hở, 4 dây, nối đất điểm giữa của một pha


j/ 3 pha tam giác hở, 3 dây, nối đất điểm nối các pha

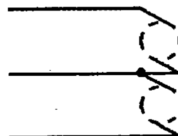

k/ 1 pha, 3 dây, nối đất điểm giữa


l/ 1 pha, 2 dây, nối đất tại đầu của một pha


m/ 1 pha, 2 dây, không nối đất



n/ 1 dây; trở về qua đất


p/ mạch một chiều, 3 dây; không nối đất

* Kiểu a, b, c, d và f có thể cho cuộn thứ cấp máy biến áp hoặc cho cuộn stato của máy phát.

C.D

Các ràng buộc này có nghĩa là biên độ tải được ngành điện cho phép nối vào dây phân phối hạ áp chính sẽ bị giới hạn. Với các lưới hạ thế cho trong mục hai của tiểu mục 1.1 như: 120 V (1 pha) tới 240/415 V 3 pha, các tải cho phép nối tới dây phân phối hạ áp có thể là (*):

Bảng D2

Hệ thống	Dòng cho phép lớn nhất cho mỗi hộ tiêu thụ	kVA
120V 1 pha, 2 dây	60A	7,2
120V/240V 1 pha, 3 dây	60A	14,4
120V/208V 3 pha, 4 dây	60A	22
220V/380V 3 pha, 4 dây	120A	80
230V/400V 3 pha, 4 dây	120A	83
240V/415V 3 pha, 4 dây	120A	86

(*) Bảng D2 cho các giá trị định hướng dựa trên (tuỳ chọn) dòng lớn nhất (60A) cho 3 hệ thống đầu, do độ sụt áp bé được cho phép ở điện áp thấp với giá trị giới hạn phần trăm qui định. Nhóm hệ thống thứ hai được dựa trên dòng cho phép lớn nhất là 120A

Trên thực tế không cho các giá trị "chuẩn cứng nhắc" mà thay đổi tuỳ công ty điện lực.

Các yếu tố cần lưu ý là:

- kích cỡ của dây phân phối hiện hữu mà một tải mới sẽ được nối vào;
- tải tổng đã nối vào dây phân phối;
- vị trí của tải mới (trên dây phân phối). Tải mới nằm gần trạm hoặc gần đầu cuối của dây v.v...

Nói tóm lại là cần phải khảo sát riêng biệt từng trường hợp.

Các mức tải đã nêu ở trên là thích hợp cho hộ tiêu thụ dân dụng và cho lưới cấp điện cho nhiều tòa nhà thương mại, hành chính.

Các xí nghiệp công nghiệp có công suất vừa và nhỏ (bằng dây hạ áp riêng xuất phát từ trạm biến áp trung /hạ công cộng).

Các xí nghiệp với công suất vừa và nhỏ có thể cấp điện ở mức hạ áp. Nếu tải vượt quá mức giới hạn cho phép của việc cấp điện từ dây phân phối thì sẽ dùng cáp riêng. Cáp này xuất phát từ tủ phân phối hạ áp (đóng cắt bằng cầu chì hoặc dao cắt) cùng với các lộ dây phân phối chính khác. Về mặt nguyên tắc, giới hạn trên của tải cấp điện theo cách này được xác định theo khả năng mang tải của máy biến áp. Mặc dù vậy, trên thực tế:

- các tải lớn (công suất > 300 kVA) đòi hỏi các cáp có kích cỡ lớn. Do vậy, ngoại trừ khi tâm phụ tải nằm gần trạm, phương pháp này không lợi về mặt kinh tế;

- ở nhiều nơi, ngành điện (cơ quan cấp điện) thường cấp điện trung thế cho khách hàng có công suất lớn hơn 200 kVA (giá trị này thay đổi tuỳ công ty điện lực).

Do những nguyên nhân trên, một dây cấp điện chuyên dùng ở điện áp thấp (220/380 - 240/415) thường cấp điện cho tải ở mức 80 tới 250 kVA.

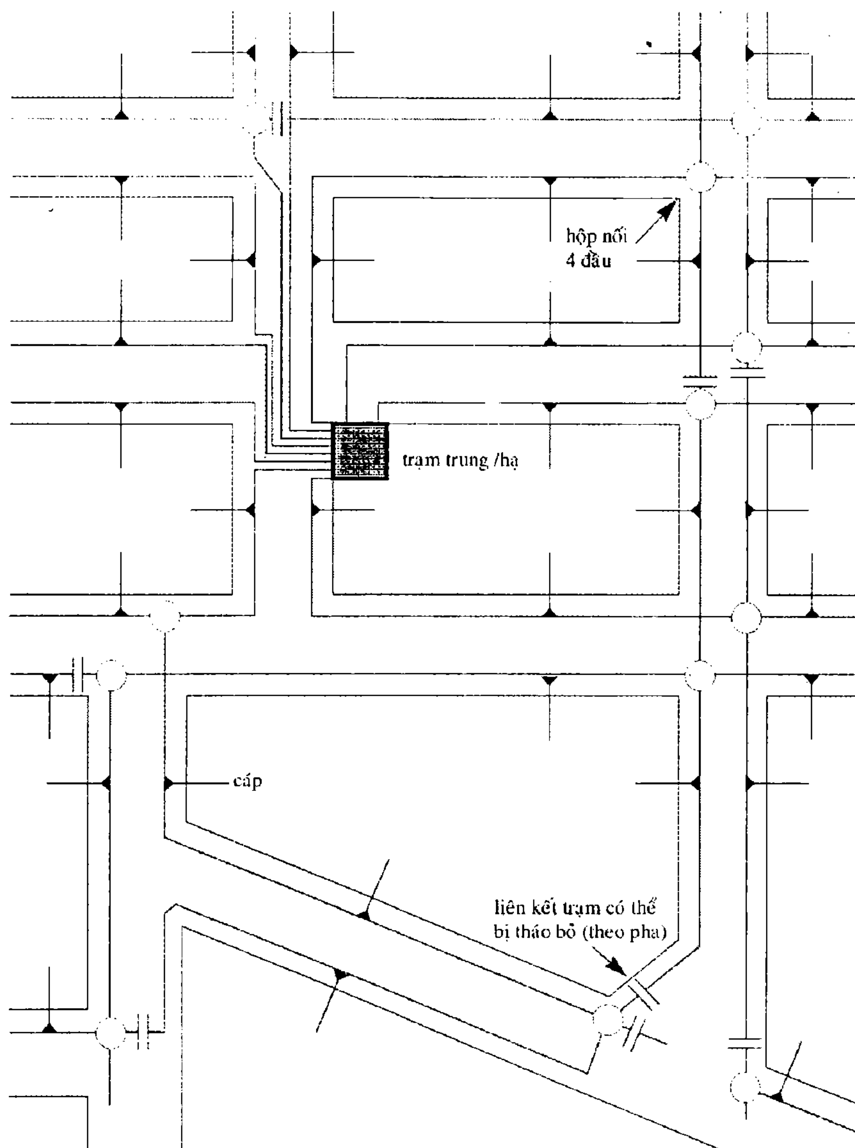
Các hộ tiêu thụ được cấp điện ở mức điện áp thấp bao gồm:

- nhà ở dân dụng;
- cửa hiệu và tòa nhà thương mại;
- xưởng nhỏ, trạm bơm xăng dầu;
- nhà hàng;
- nông trại v.v...

C.D

1.2 Lưới phân phối hạ thế

Trong các thành phố và thị trấn lớn, các cáp phân phối hạ áp chuẩn sẽ tạo thành mạng nhờ các hộp nối. Một số kết nối có thể được tháo bỏ sao cho mỗi dây phân phối xuất phát từ trạm sẽ tạo nên hệ hở hình tia (hình D3).



Hình D3. Một vài cách bố trí lưới phân phối hạ thế theo kiểu hình tia bằng cách ngắt các mối liên kết trạm.

Ở các quốc gia Âu châu, các mức điện áp lưới phân phối hạ thế là: 230/380V, 230/400V, 240/415V. Nhiều quốc gia mới chuyển đổi điện áp lên 230/400V (theo tiêu chuẩn IEC-38-1983). Hạn cuối để hoàn thành việc chuyển đổi này là năm 2003. Các thị trấn lớn và thành phố có hệ thống lưới phân phối bằng cáp ngầm. Các trạm trung/ hạ thường đặt cách nhau là 500 - 600 m và thường được trang bị với:

- tủ đóng cắt trung áp 3 hoặc 4 lộ và thường chứa dao cắt tải lộ vào và ra của mạch vòng, một hoặc hai máy cắt trung áp hoặc tổ hợp cầu chì/ dao cắt tải cho mạch biến áp;

- một hoặc hai biến áp 1000kVA trung/ hạ;

- một hoặc hai tủ phân phối hạ thế chứa cầu chì và có 6 đến 8 lộ; hoặc tủ MCCB (dạng đúc), để điều khiển và bảo vệ cáp phân phối 4 lõi (thường được gọi là "dòng phân phối"). Đầu ra của biến áp được nối với thanh góp hạ thế bằng cầu dao phụ tải hoặc bởi liên kết cách ly.

C.D

Ở những vùng mật độ tải lớn, dây phân phối hạ thế sẽ được nối mạng. Thường thì một cáp đặt dọc theo mỗi vỉa hè và hộp nối 4 đầu đặt ở góc phố, nơi có hai cáp giao nhau. Khuynh hướng mới đây là dùng các cabin có mái che đặt trên mặt đất, cạnh tường hoặc treo trên tường.

Các liên kết được đặt sao cho các dây phân phối xuất phát từ trạm tạo nên các mạch hình tia (hình D3). Nếu các hộp nối liên kết dây phân phối của một trạm này với một trạm khác thì các liên kết dây pha sẽ được tháo bỏ hoặc thay thế bằng các cầu chì, còn liên kết dây trung tính sẽ được giữ nguyên.

Điều này sẽ tạo ra một hệ thống linh hoạt. Trong khi một trạm đang sửa chữa thì các khách hàng trong vùng hoạt động của nó sẽ được nhận điện từ các trạm lân cận. Hơn thế nữa các dây phân phối có chiều dài bé (nối giữa hai hộp nối) có thể cô lập để sửa chữa và cách ly sự cố.

Khi mật độ tải càng lớn, khoảng cách giữa các trạm càng nhỏ và các máy biến áp công suất lớn hơn 1500kVA đôi khi sẽ được sử dụng.

Trong những vùng đô thị có mật độ tải thấp, hệ thống lưới hạ thế kiểu hình tia là kinh tế hơn. Càng cách xa trạm thì tiết diện dây càng bé.

Một dạng khác của lưới hạ áp đô thị dựa trên các cột tự do đặt ở những điểm "chiến lược" của mạng. Sơ đồ này được dùng rộng rãi ở những vùng tải có mật độ thấp. Nó tạo nên mạng hở hình tia phân nhánh và kích cỡ của dây cáp giảm dần khi cấp điện cho số khách hàng ở phía sau giảm dần theo khoảng cách rời xa trạm.

Trong sơ đồ như vậy, một số trục chính hạ áp hình tia được phân đoạn sẽ xuất phát từ tủ phân phối của trạm và mỗi trục cấp điện cho thanh góp của cột phân phối. Từ đây các dây phân phối nhỏ hơn sẽ cấp điện cho các khách hàng nằm quanh cột phân phối.

Lưới phân phối cho phố chợ, thị trấn, làng mạc và vùng nông thôn thường làm bằng dây đồng trần treo trên các cột gỗ, cột bêtông hoặc cột thép. Các biến áp phân phối đặt trên đất hoặc treo trên cột.

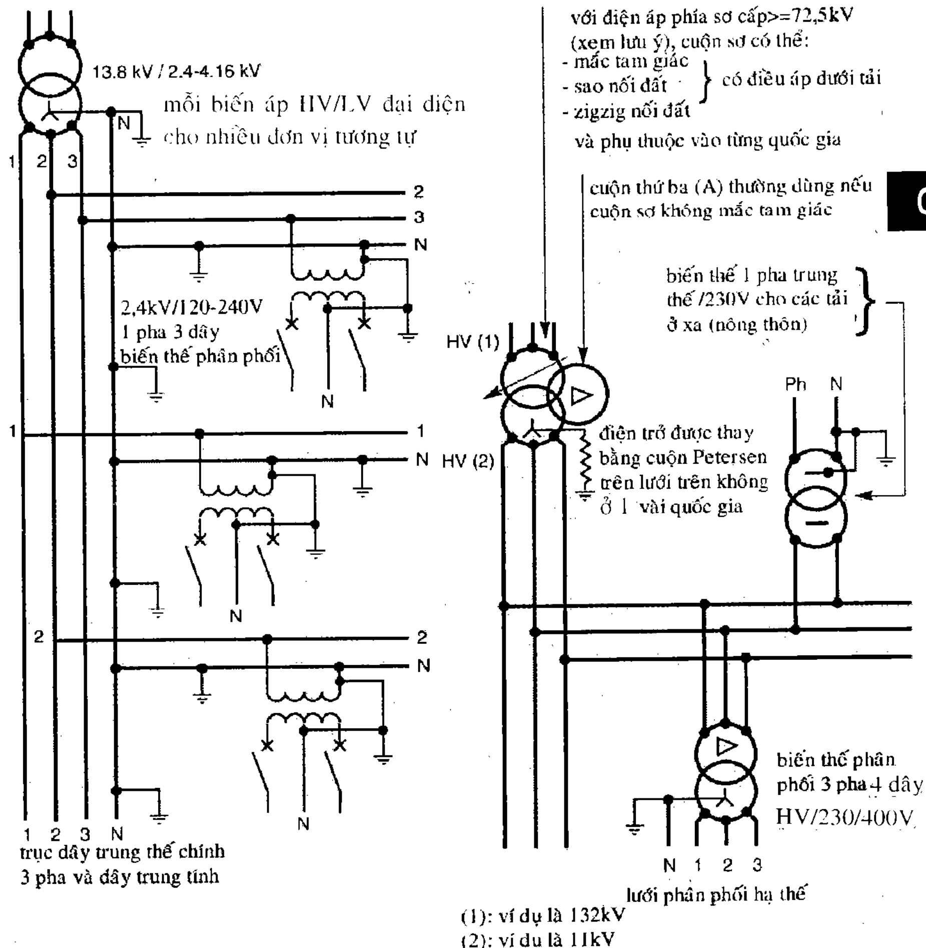
Trong rất nhiều quốc gia hiện đang sử dụng dây treo bọc xoắn kép trên cột.

Trong những năm gần đây, dây hạ áp kép bọc cách điện (2 hoặc 4 lõi) (dây duplex) được phát triển và sử dụng rộng rãi cho lưới trên không. Điều này được coi là an toàn hơn dây đồng trần và đặc biệt rất tiện lợi khi các dây cặp dọc theo tường (ví dụ dưới mái hiên) nơi người ta khó nhận biết chúng.

Điều thú vị là hiện nay các dây trung thế trong bó cũng được bọc cách điện tương tự (dây trên không 24 kV).

Khi có nhiều trạm cấp điện cho một xã (làng), cần bố trí kết lưới hạ thế trên các cột sao cho trong trường hợp sự cố, các dây hạ thế từ các trạm khác nhau sẽ được nối với nhau. Dây trung tính được nối với nhau.

Ở châu Âu, một trạm biến áp phân phối công cộng có thể cung cấp cho một khu vực có bán kính 300m. Các hệ thống Bắc và Trung Mỹ có các máy biến áp trung/hạ cung cấp cho một hoặc vài khách hàng bằng cáp riêng.



Hình D4. Hệ thống được dùng rộng rãi theo kiểu Mỹ và châu Âu.

HV(1)-cao áp ; HV(2)-Trung áp.

Ở châu Âu mỗi trạm biến áp công cộng sẽ có khả năng cấp điện hạ thế cho vùng có bán kính 300 m. Trong khi đó, ở Bắc và Trung Mỹ không tồn tại mạng hạ thế và dùng lưới ba pha cấp điện cho nhà dân là rất hiếm.

Sự phân phối thực hiện ở điện áp trung và rất khác với tiêu chuẩn Âu châu. Lưới trung thế là hệ 3 pha 4 dây. Mỗi trục phân phối (dây pha và dây trung tính) sẽ cấp điện cho hàng loạt biến áp một pha. Cuộn thứ của biến áp này cung cấp điện áp 120/240 V cho 1 pha – 3 dây. Dây giữa (trung tâm) là dây trung tính và cùng với dây trung tính của lưới trung thế sẽ được nối đất trực tiếp lặp lại dọc chiều dài của chúng.

Mỗi biến áp phân phối thường cấp điện cho một hoặc vài tòa nhà bằng các dây hình tia, xuất phát trực tiếp từ trạm.

Có nhiều hệ khác ở các nước này nhưng kiểu mạng nói trên là thông dụng nhất.

Lưu ý: khi trên các trạm phân phối trung gian điện áp phía sơ cấp lớn hơn 72,5kV, vài quốc gia Âu châu dùng cuộn dây đấu sao có trung tính nối đất, còn cuộn thứ sẽ đấu tam giác. Điểm trung tính phía thứ cấp sẽ được tạo nhờ cuộn kháng kiểu zigzag có nối đất. Điểm đấu sao của nó sẽ được đấu nối đất qua điện trở.

Thường thì cuộn kháng nối đất có cuộn thứ để cung cấp lưới hạ thế 3 pha cho trạm. Khi ấy nó được coi như một "biến áp nối đất".

1.3 Kết lưới khách hàng

Các thiết bị của lưới thường được đặt trong tòa nhà của khách hàng. Khuynh hướng mới là đặt các bộ phận này bên ngoài, trong một cabin có che chắn.

Trước đây, các cáp ngầm hoặc dây bọc men theo tường từ các dây trên không sẽ "tập kết" ở bên trong địa phận khách hàng. Ở đó đặt các hộp đầu cáp bọc kín, cầu chì do điện lực quản lý (khách hàng không

thể tiếp cận được) và các công tơ đo đếm. Khuynh hướng mới là đặt các bộ phận nói trên bên ngoài và trong một cabin có che chắn. Ranh giới điện lực/ khách hàng thường là ở đầu ra của công tơ, hoặc đôi khi ở đầu ra của CB tổng của lưới (nơi có kết lưới theo sự thẩm tra và giám sát của nhân viên điện lực).

Một kiểu bố trí lưới điển hình được cho trên hình D5.

Hình D5. Bố trí điển hình của sơ đồ TT

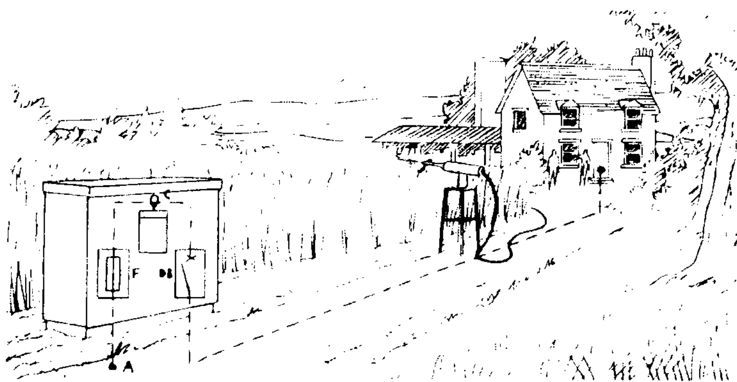
A - hộp chữ T nối cáp; F - cầu chì do điện lực quản lý; C - thiết bị đo đếm; S - mối nối cách ly; DB - CB tổng của lưới .

Các khách hàng hạ thế thường được cấp điện theo sơ đồ TN hoặc TT (chương F và G). CB tổng của lưới trong sơ đồ TT cần có thiết bị bảo vệ chống rò. Với sơ đồ TN, bảo vệ quá dòng được thực hiện nhờ CB hoặc cầu dao - cầu chì.

Một MCCB có bảo vệ dòng rò nhạy sẽ được lắp ở điểm đầu của bất kỳ lưới hạ thế nào trong sơ đồ TT. Nguyên nhân và mức dòng rò tác động sẽ được mô tả ở mục 3 chương G. Nguyên nhân tiếp theo cho việc

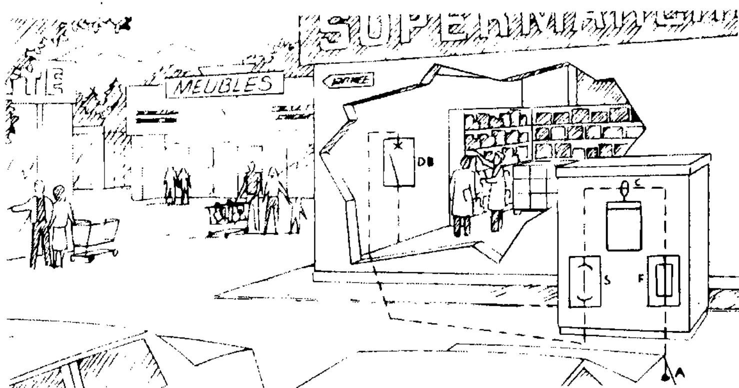
lắp đặt MCCB là khách hàng không thể vượt công suất lớn nhất đã đăng ký nhờ bộ phận cắt quá tải. Bộ phận này được niêm kín (do điện lực). Việc đóng và cắt MCCB có thể được khách hàng thực hiện. Nếu MCCB tác động quá tải hoặc do sự cố, cung cấp điện sẽ được phục hồi nhanh chóng sau khi khắc phục sự cố. Để thuận tiện cho cả ngành điện lẫn khách hàng, nên đặt công tơ ở ngoài nhà:

- tại các cột đứng tự do như ở hình D6-D7, hoặc
- bên trong tòa nhà, song đầu cáp và cầu chì do điện lực quản lý được treo trong cabin chìm có che chắn, lối vào từ đường đi công cộng, hình D8;
- với các nhà dân, các thiết bị trên hình D5 được đặt trong cabin có mái che treo trên một khung kim loại ở vườn trước, hoặc treo chìm trong tường bao và dễ dàng tiếp cận cho ngành điện từ vỉa hè. Hình D9 chỉ cách bố trí chung với liên kết cầu chì có thể tháo lắp tạo sự cách ly.



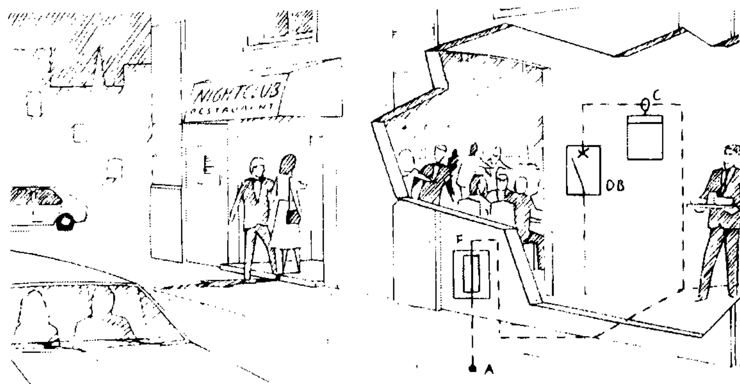
Hình D6. Lưới nông thôn điển hình .

Kiểu lưới này thường cần đặt các CB tổng của lưới cách xa nơi sử dụng (ví dụ nhà máy cưa, trong trạm bơm, v.v...).



Hình D7. Lưới vùng bán đô thị (khu mua bán ngoại ô).

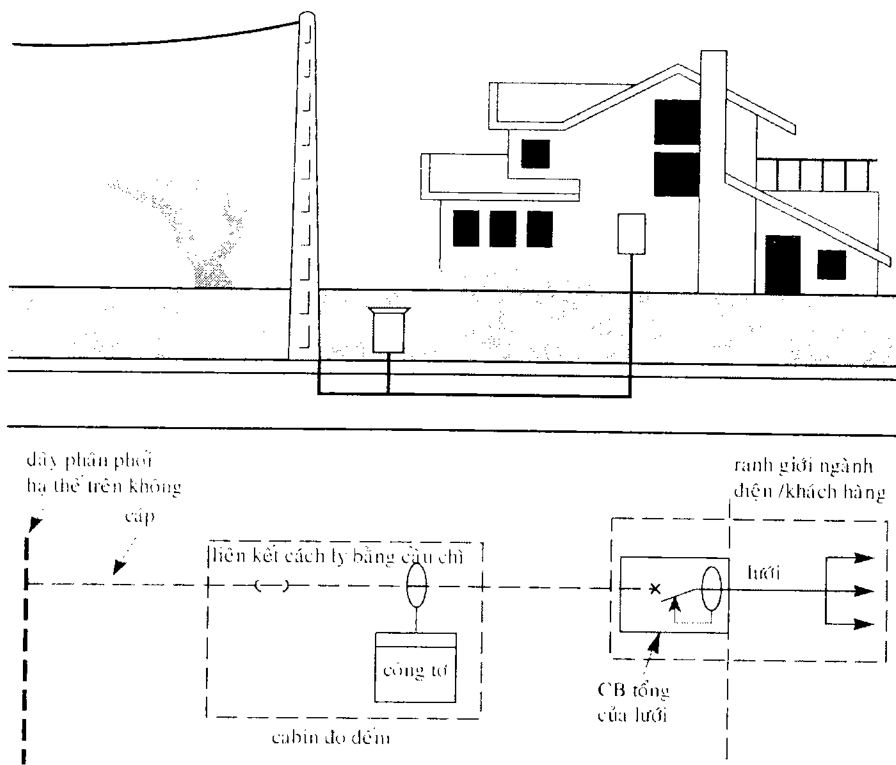
CB tổng của lưới đặt trong nhà của khách hàng trong trường hợp CB cần tác động khi tải vượt số kVA đăng ký.



Hình D8. Lưới trung tâm thành phố.

Đầu cáp trong cabin chìm có mái che. Cabin này có cầu chì và có thể tiếp cận từ đường đi công cộng. Kiểu này phù hợp về thẩm mỹ, nếu khách hàng cung cấp vị trí phù hợp cho đo đếm và CB chính. Các thí nghiệm dùng đo đếm điện tử đang ngày càng phổ biến: có thể đọc và

ghi trên card từ, dùng các kỹ thuật CNTT và ta có thể dự đoán rằng ngoài việc đọc và ghi từ xa, việc chỉnh sửa thang giá đơn vị có thể được thực hiện từ trung tâm kiểm soát, trong các khu vực khả thi về kinh tế.



Hình D9. Bố trí kết nối hạ thế cho hộ dân dụng.

1.4 Chất lượng điện áp

Chất lượng điện áp của lưới hạ thế theo nghĩa rộng nhất thể hiện:

- qua sự tuân thủ các giới hạn quy định về điện áp và tần số;

- qua mức dao động nằm trong giới hạn nói trên;

- tính liên tục cung cấp điện, ngoại trừ việc cắt điện cho sửa chữa định kỳ hoặc khi có sự cố;

- qua sự duy trì dạng hình sin của sóng áp và dòng.

Trong chương này sẽ chỉ bàn đến biên độ điện áp (các phần còn lại sẽ được đề cập trong chương F mục 2).

Trong hầu hết các quốc gia, ngành điện có bổn phận duy trì điện áp cho khách hàng ở mức ± 5% trị định mức (hoặc ± 6% hoặc lớn hơn như ở bảng D1).

Các tiêu chuẩn IEC và của các quốc gia khuyến cáo rằng các thiết bị hạ thế cần thiết kế và thử nghiệm trong vòng ± 10% trị định mức, nghĩa là cho ra giá trị biên trong điều kiện xấu nhất (ví dụ như - 5% tại vị trí đặt trạm). Cho phép 5% rơi áp trên dây của mạch.

C.D

Sụt áp trong các lưới phân phối điển hình xảy ra như sau: điện áp tại thanh cái trung áp của biến áp trung/hạ thường ở mức ± 2% nhờ bộ điều áp dưới tải của biến áp trạm phân phối trung gian.

Một mức điện áp thích hợp tại đầu vào lưới khách hàng là cần thiết để thỏa các điều kiện vận hành của các thiết bị. Các giá trị thực tế của dòng, sụt áp trong hệ thống hạ thế tiêu biểu cho thấy tầm quan trọng của việc duy trì hệ số công suất cao như là biện pháp để giảm sụt áp.

Nếu biến áp trung /hạ đặt gần trạm phân phối trung gian, trị ± 2% dải điều áp này có thể cho điện áp HV lớn hơn định mức. Ví dụ: điện áp có thể là 20,5 kV ± 2% trên hệ 20 kV. Khi ấy, biến áp phân phối cần chọn đầu phân áp không tải + 2,5%. Ngược lại, nếu biến áp phân phối ở xa trạm phân phối trung gian, trị điện áp sẽ là 19,5 kV ± 2% và đầu phân áp không tải cần chọn là vị trí -- 5%.

Các mức điện áp khác nhau trong hệ là điều bình thường. Hơn thế nữa, sự khác biệt điện áp này là nguyên nhân cho sử dụng từ "định mức".

Áp dụng thực tế

Với các biến áp phân phối có bộ điều áp không tải, điện áp đầu ra có thể chỉnh trong dải ± 2% điện áp không tải thứ cấp. Khi biến áp đầy tải, để bảo đảm điện áp ở mức cần thiết thì điện áp đầu ra khi không tải cần lớn hơn (nhưng không vượt quá giới hạn trên là + 5% của ví dụ này).

Thực tế hiện nay cho thấy, điện áp đầu ra khi không tải là khoảng 104% (*), với điện áp phía sơ cấp là định mức hoặc được hiệu chỉnh bằng các đầu phân áp. Điều này cho một dải điện áp từ 102% đến 106% ở ví dụ này.

(*) Các biến áp 230/400 V theo IEC sẽ có điện áp ra khi không tải là 420 V, có nghĩa là 105% của điện áp định mức.

Một biến áp phân phối tiêu biểu thường có điện kháng ngắn mạch 5%. Nếu giả sử là thành phần do điện trở chiếm 1/10 thì sụt áp trong máy khi đầy tải và cosφ = 0,8 (trễ pha) là:

$$\text{Sụt áp:}\quad V\% = R\%.\cos\varphi + X\%\sin\varphi$$

$$= 0,5 \times 0,8 + 5 \times 0,6 = 0,4 + 3 = 3,4\%$$

Dải biến thiên điện áp ở đầu ra biến áp mang đầy tải sẽ là: 102 - 3,4 = 98,6% tới (106 - 3,4) = 102,6%. Sụt áp lớn nhất cho phép trên trục dây phân phối hạ thế do vậy sẽ là 98,6 - 95 = 3,6%. Điều này có nghĩa là cáp đồng 240 mm^2 (3 pha 4 dây) ở điện áp 230/400V có thể cung cấp tải 292 kVA phân bố đều với hệ số công suất là 0,8 (trễ pha) theo một khoảng cách 306 m. Một tải tương đương song tập trung được truyền tải trên khoảng cách 153 m từ máy biến áp sẽ cho ra cùng độ sụt áp.

Một điều lưu ý là khả năng tải của cáp dựa theo các tính toán của IEC 287 (1982) là 290 kVA, và do vậy sụt áp lớn nhất 3,6% không phải giới hạn quá chặt. Có nghĩa là cáp có thể mang đầy tải trên các khoảng cách yêu cầu của lưới phân phối hạ thế.

Hơn thế nữa, hệ số công suất 0,8 (trễ pha) là đặc trưng cho các tải công nghiệp. Ở những vùng có tải hỗn hợp (nửa công nghiệp) thì trị 0,85 là phổ biến hơn. Giá trị 0,9 thường dùng cho các vùng dân cư. Do vậy sụt áp được nêu ở trên có thể được xem như trường hợp xấu nhất.

2. GIÁ ĐIỆN VÀ ĐO LƯỜNG

Do có rất nhiều hệ thống giá điện khác nhau trên thế giới nên ở đây sẽ không bàn về một loại giá đặt biệt nào. Một vài thang rất phức tạp song có cùng các yếu tố cơ bản và khuyến khích khách hàng sắp xếp lại sự tiêu thụ điện sao cho làm giảm chi phí phát, truyền tải và phân phối điện năng.

C.D

Có hai cách chủ yếu để giảm chi phí cung cấp điện cho khách hàng là:

- giảm tổn thất khi phát, truyền tải và phân phối điện năng. Về nguyên tắc, tổn thất sẽ nhỏ nhất khi các phần trong hệ thống vận hành với hệ số công suất là 1;
- giảm phụ tải đỉnh và tăng tải vào những giờ thấp điểm. Do đó có thể khai thác đầy đủ các nhà máy điện và giảm các máy phát dự phòng.

Giảm tổn thất

Mặc dù điều kiện lý tưởng (cách thứ nhất) là không thể có được, rất nhiều hệ thống giá điện dựa trên số kVA yêu cầu cũng như theo số kWh tiêu thụ. Khi cung cấp một kW thì lượng kVA bé nhất sẽ ứng với hệ số công suất bằng 1. Khách hàng có thể giảm thiểu số tiền điện phải trả bằng các biện pháp cải thiện hệ số này (xem chương E). Lượng kVA yêu cầu dùng cho giá điện là trị trung bình lớn nhất yêu cầu trong mỗi chu kỳ thanh toán hóa đơn và được dựa theo số kVA trung bình lớn nhất lấy trong các khoảng thời gian 10, 30, 60 ph.

Giảm phụ tải đỉnh yêu cầu

Mục tiêu thứ hai (giảm tải đỉnh) và tăng tải vào các giờ thấp điểm sẽ giảm đáng kể chi phí sản xuất năng lượng:

- tại vài thời điểm trong suốt thời gian 24 h trong ngày;

- trên một số khoảng thời gian trong năm.

Ví dụ đơn giản nhất là khách hàng thuộc loại phụ tải sinh hoạt có bình tích trữ nước nóng. Công tơ có hai thanh ghi số: cho thời gian ban đêm và ban ngày nhờ thiết bị định thời. Một công tắc tơ kích hoạt bởi thiết bị định thời sẽ đóng mạch đun nước nóng ở thời điểm giá điện thấp. Điện năng tiêu thụ sẽ được ghi lại. Máy đun nước nóng có thể được đóng và tắt nhiều lần trong ngày, nếu cần, nhưng khi ấy sẽ chịu giá điện bình thường.

Các xí nghiệp công nghiệp lớn có thể được tính tiền điện theo 3 tới 4 mức giá trong ngày hoặc trong năm.

Trong một hệ thống như vậy, tỉ số của giá thành trên 1 kWh ở thời kỳ tải đỉnh trong năm và ở thời kỳ tải thấp nhất có thể là 10:1.

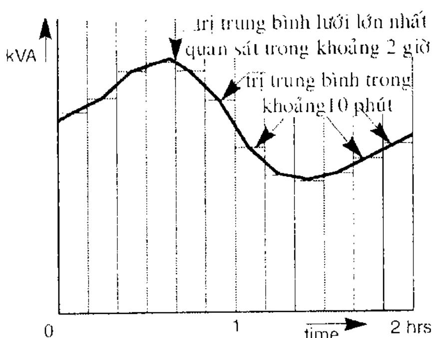
Công tơ

Các công tơ điện tử và công tơ có bộ vi xử lý với ripple control (*) từ điều khiển trung tâm (thay đổi định thời kỳ tải đỉnh trong năm v.v...) đang được đưa vào hoạt động. Loại đo đếm này tạo điều kiện dễ dàng cho việc áp dụng nguyên lý dưới đây.

(*) Ripple control là hệ thống tín hiệu với dòng ở tần số sóng âm (175 Hz). Tín hiệu được "bơm" vào dây hạ thế ở trạm cần thiết. Tín hiệu có thể dưới dạng xung mã hóa và các rơle sẽ được "hòa" với tần số tín hiệu. Tại tần số này sau khi nhận dạng mã, rơle sẽ tác động theo chức năng yêu cầu. Bằng cách này có thể cho ra 960 tín hiệu điều khiển.

Trong hầu hết các quốc gia, một số hệ thống giá được dựa trên số kVA yêu cầu (ngoài việc dựa trên kWh tiêu thụ) trong suốt thời kỳ

thanh toán hóa đơn (thường là 3 tháng). Tải lớn nhất sẽ được ghi lại và chính là tải (kVA) trung bình lớn nhất trong các giai đoạn liên tiếp của chu kỳ thanh toán. Hình D10 biểu diễn 1 đường cong nhu cầu kVA biểu diễn 1 đường cong nhu cầu kVA trên biểu trong chu kỳ 2 tiếng, được chia thành các chu kỳ còn 10 phút kế tiếp nhau. Côngtơ đo giá trị trung bình kVA trong mỗi chu kỳ 10 phút này.



Hình D10. Trị kVA trung bình quan sát trong khoảng thời gian 2 giờ.

C.D

Nguyên lý đo lường kVA lớn nhất yêu cầu

Một côngtơ kVAh tương tự như công tơ kWh nhưng mối quan hệ dòng và áp pha cần được cải tiến để có thể đo được kVAh.

Ngoài ra, thay vì mặt đồng hồ cơ thập phân (như công tơ kWh thông dụng) thiết bị này cần có bộ chỉ thị quay, nó sẽ đo kVAh và đẩy một chỉ thị đỏ ra trước nó. Ở cuối mỗi 10 phút, bộ chỉ thị quay sẽ chuyển dịch 1 phần đường đi quanh mặt đồng hồ (cần thiết kế sao cho không bao giờ có một vòng quay kết thúc trong 10 phút). Khi đó bộ chỉ thị quay sẽ tái lập vị trí 0 bằng xung điện và lại bắt đầu chu kỳ 10 phút khác.

Chỉ thị đỏ ở nguyên vị trí đã có do bộ chỉ thị đo lường và chỉ ra số kVAh được tiêu thụ trong vòng 10 phút. Thay vì mặt đồng hồ được đánh số theo kVAh ở vị trí đó, nó có thể đánh theo các đơn vị của số kVA trung bình.

Sau đây sẽ trình bày cách ghi lượng kVA trung bình.

Giả sử thời điểm mà chỉ thị đỏ hiện chỉ là tương ứng với 5 kVAh, một sự thay đổi kVA đã được thực hiện trong vòng 10 phút (1/6 h). Nếu

bây giờ, 5 kVAh chia cho số giờ thì sẽ ra số kVA trung bình. Trong trường hợp này, số kVA trung bình cho chu kỳ là:

$$5 \times 1/6 = 5 \times 6 = 30 \text{ kVA}$$

Mỗi điểm trên mặt đồng hồ cũng sẽ được ghi nhận tương tự, có nghĩa là lượng kVA trung bình sẽ lớn hơn số kVAh ở điểm quan sát là 6 lần.

Một cách tương tự để đo kVA trung bình trong khoảng thời gian bất kỳ đặt trước.

Tại cuối một đợt thanh toán hóa đơn, chỉ thị đỏ sẽ thích ứng với trị lớn nhất của tất cả trị trung bình đo được trong thời gian này. Chỉ thị đỏ lại được trả về 0 ở đầu chu kỳ thanh toán sau. Công tơ điện cơ mô tả ở trên sẽ nhanh chóng được thay bằng công tơ điện tử. Nguyên lý cơ bản cho đo lường điện tử sẽ cũng giống như đã mô tả ở trên.

CHƯƠNG E

CÁC KIỂU NỐI MẠNG HẠ ÁP VÀ LỌC SÓNG HÀI

C.E

1. CẢI THIỆN HỆ SỐ CÔNG SUẤT

1.1 Bản chất của năng lượng phản kháng

Hệ thống điện xoay chiều cung cấp hai dạng năng lượng:

Năng lượng tác dụng đo theo đơn vị kilowatt giờ (kWh). Năng lượng này được chuyển sang công cơ học, nhiệt, ánh sáng v.v...

Năng lượng phản kháng. Dạng năng lượng này được chia làm hai loại:

- *năng lượng yêu cầu bởi mạch có tính cảm (máy biến áp, động cơ điện, v.v...);*
- *- năng lượng yêu cầu bởi mạch có tính dung (điện dung dây cáp, tụ công suất, v.v...).*

Tất cả máy điện cảm ứng và thiết bị điện vận hành trong hệ thống điện xoay chiều đều thực hiện chuyển đổi năng lượng điện từ các nguồn phát điện xoay chiều sang dạng cơ năng và nhiệt năng. Năng lượng này được đo bằng điện kế (kWh) và gọi là năng lượng hữu công hoặc năng lượng tác dụng. Để thực hiện được quá trình biến đổi năng lượng này, từ trường trong

máy điện được thiết lập. Từ trường nói trên liên quan với một dạng năng lượng khác do nguồn điện cung cấp. Dạng năng lượng này gọi là năng lượng vô công hoặc năng lượng phản kháng.

Ý nghĩa của tên gọi năng lượng vô công xuất phát từ hiện tượng sau đây: máy điện có tính cảm lần lượt nhận năng lượng từ hệ thống nguồn (trong quá trình tạo nên từ trường) rồi sau đó phóng thích năng lượng đó ngược trả lại hệ thống nguồn (trong quá trình từ trường suy giảm) hai lần trong một chu kỳ tần số công nghiệp. Hệ quả của hiện tượng trên là rôto của máy phát (nguồn điện) bị tác động kéo hãm lại trong một nửa chu kỳ và đẩy tăng tốc trong nửa chu kỳ còn lại. Mômen đập mạch xuất hiện chỉ đúng cho hệ thống máy phát một pha. Đối với máy phát 3 pha, tác dụng tương hỗ giữa ba pha làm triệt tiêu mômen đập mạch, bởi vì tại mỗi thời điểm năng lượng phản kháng cần thiết cung cấp cho một pha (hoặc hai pha) sẽ bằng chính năng lượng phản kháng được trả về trên hai pha (hoặc một pha) còn lại. Do đó, kết quả là tải trung bình trên máy phát bằng không và dòng điện phản kháng được gọi là dòng vô công.

Hiện tượng tương tự xảy ra khi ta xét đến các phần tử mắc shunt có tính dung trong hệ thống điện, ví dụ điện dung dây cáp hoặc dãy các tụ bù công suất v.v... Đây là trường hợp năng lượng tích trữ ở dạng trường tĩnh điện. Quá trình tuần tự nạp và phóng điện của các máy điện có tính dung sẽ tác dụng lên các máy phát của hệ thống nguồn các hiện tượng tương tự như đã mô tả cho trường hợp máy điện có tính cảm. Điểm khác biệt so với trường hợp trước là dòng điện đối với các máy điện có tính dung ngược pha với dòng điện trong các máy điện có tính cảm. Và tính chất vừa nêu được vận dụng vào việc cải thiện hệ số công suất.

Điều cần chú ý là thành phần vô công của dòng điện mặc dù không tiêu thụ công suất của nguồn phát nhưng trong quá trình truyền tải và phân phối điện, nó tạo nên tổn hao nhiệt trên dây dẫn.

Trong các hệ thống nguồn thực tế, thành phần vô công của dòng điện luôn luôn có tính cảm, trong khi đó tổng trở của hệ thống truyền tải và phân phối chủ yếu mang tính cảm. Kết quả của việc dòng điện có tính cảm đi qua cảm kháng sẽ tạo điều kiện gây ra sụt áp bất lợi nhất (do ngược pha với điện áp nguồn).

Do tổn hao công suất khi truyền tải và do tổn thất điện áp, ngành điện cố gắng giảm dòng vô công tới mức tối thiểu.

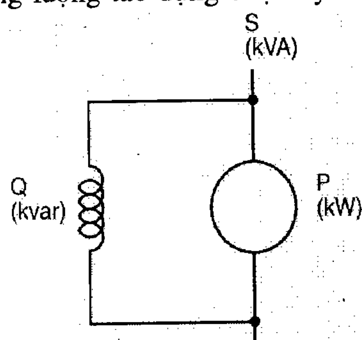
Dòng điện vô công (tính dung) có hiệu ứng ngược lại lên các mức điện áp và gây ra việc tăng điện áp trong hệ thống điện.

C.E

Công suất (kW) tương ứng với năng lượng tác dụng được ký hiệu là P. Công suất phản kháng (kVAr) ký hiệu bằng Q. Công suất phản kháng mang tính cảm được qui ước mang dấu dương (+Q) và tính dung mang dấu âm (-Q). Quan hệ P, Q, S được trình bày trong phần 1-3.

S là công suất biểu kiến có đơn vị kVA.

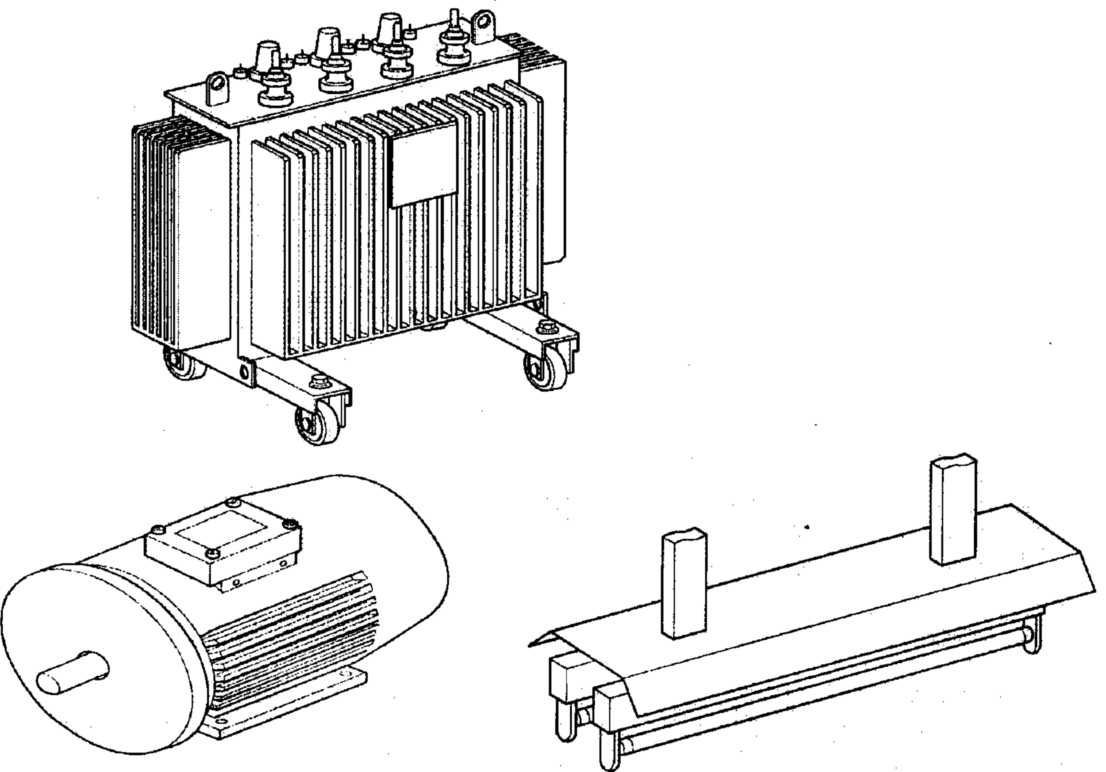
Trên hình E1, công suất biểu kiến S (kVA) bằng tổng các vectơ công suất tác dụng và công suất phản kháng kVAr.



Hình E1. Động cơ điện nhận công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q từ nguồn.

1.2 Các máy điện và thiết bị tiêu thụ công suất phản kháng

Tất cả máy điện và thiết bị điện xoay chiều có chứa phần tử biến đổi điện từ hoặc có chứa các dây quấn liên hệ về từ đều cần ít hoặc nhiều dòng điện phản kháng để tạo từ thông.



Hình E2. Các thiết bị tiêu thụ công suất phản kháng.

Các trường hợp thường gặp nhất là các máy biến áp và các cuộn kháng, các động cơ điện và đèn phóng điện.

Tỉ lệ giữa công suất phản kháng kVAr và công suất tác dụng (kW) khi thiết bị điện mang đầy tải thay đổi khác nhau tùy theo loại thiết bị được xét đến, cụ thể là:

- 65 % - 75 % đối với động cơ không đồng bộ;
- 5 % - 10 % đối với máy biến áp.

Hệ số công suất của động cơ đồng bộ đang vận hành có thể điều chỉnh thay đổi bằng cách thay đổi dòng kích từ. Các máy điện này có thể vận hành với hệ số công suất mang tính cảm (non kích) hoặc tính dung (quá kích). Khi ấy các máy này được gọi là "máy bù đồng bộ".

C.E

Trước đây, khi công nghệ chế tạo tụ bù chưa hoàn hảo, máy bù đồng bộ thường được sử dụng rộng rãi trong hệ thống truyền tải để bù công suất phản kháng và từ đó làm tối ưu hóa công suất truyền tải trong điều kiện tải thay đổi.

1.3 Hệ số công suất

Định nghĩa hệ số công suất

Hệ số công suất là tỉ số giữa công suất tác dụng (kW) và công suất biểu kiến (kVA). Hệ số công suất lớn nhất bằng 1 và hệ số công suất càng lớn, càng có lợi cho ngành điện lẫn khách hàng.

$$P_F = \frac{P(kW)}{S(kVA)} \cong \cos\varphi$$

P - công suất tác dụng;

S - công suất biểu kiến.

Giản đồ công suất trên hình E-3 cho thấy tỉ số nói trên bằng giá trị cosin của góc lệch pha giữa vectơ công suất tác dụng kW và vectơ công suất biểu kiến kVA.

Theo qui ước, góc này được ký hiệu bằng φ và do đó hệ số công suất bằng cosφ.

Độ chính xác của hệ thức này phụ thuộc vào lượng sóng hài bậc cao của dòng điện và điện áp trong hệ thống.

Thông thường, các ảnh hưởng sóng hài được giả thiết nhỏ không đáng kể và do đó cosφ và hệ số công suất được xem như hoàn toàn đồng nhất cho mọi trường hợp thực tế.

Giản đồ công suất vectơ

Các đại lượng công suất kW, kVA và kVAr là những hàm của tần số lưới (double- frequency functions) và không thể biểu diễn bằng một giản đồ vector đơn giản. Tuy nhiên có thể dùng giản đồ E-3 (giản đồ tĩnh) để biểu diễn các đại lượng này dưới dạng vector.

Công suất tiêu thụ P (kW):

- một pha P = UI cosφ (pha, pha);
- một pha (pha, trung tính) P = VI cosφ;
- ba pha (3 dây pha hoặc 3 dây pha và dây trung tính)

$$P = \sqrt{3}\,UI\cos\varphi$$

Công suất phản kháng Q (kVAr):

- một pha Q = UI sinφ (pha, pha);
- một pha (pha, trung tính) Q = VIsinφ;
- ba pha (3 dây pha hoặc 3 dây pha và dây trung tính)

$$Q = \sqrt{3}\,UI\sin\varphi.$$

Công suất biểu kiến S (kVAr):

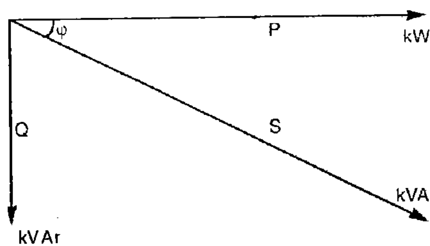
- một pha: S =UI (pha, pha);

- một pha (pha, trung tính) $S = VI$;
- ba pha: (3 dây pha hoặc 3 dây pha và dây trung tính)

$$S = \sqrt{3}\ UI$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Với U - áp dây; V - áp pha.



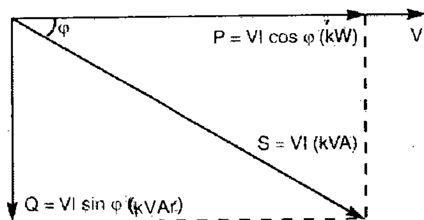
Hình E3. Giản đồ công suất:
P - công suất tác dụng;
Q - công suất phản kháng;
S - công suất biểu kiến.

C.E

Vectơ điện áp, vectơ dòng điện và các dẫn xuất từ giản đồ vectơ

Giản đồ vectơ công suất là một công cụ tiện lợi được dẫn giải trực tiếp từ giản đồ quay của vectơ điện áp và dòng điện như sau:

Điện áp của hệ thống điện được chọn làm đại lượng chuẩn và ta chỉ xét đến một pha trong hệ với giả thiết ba pha là đối xứng.



Hình E4. Vectơ điện áp và dòng điện pha.

Chọn điện áp pha chuẩn (V) trùng với trục hoành nằm ngang và dòng điện (I) của pha đó thường chậm pha so với điện áp một góc φ.

Thành phần thứ nhất của vectơ dòng điện có cùng pha với điện áp V là thành phần tác dụng tạo nên công suất tác dụng, có độ lớn bằng I.cosφ và công suất tác dụng tương ứng có độ lớn bằng V.I.cosφ.

Thành phần thứ hai của dòng điện trễ pha so với vectơ điện áp V một góc 90° là thành phần vô công, có độ lớn bằng Isin φ và công suất phản kháng do nó tạo thành có độ lớn bằng VIsinφ (kVAr) - điện áp V tính bằng kV.

Tích hai đại lượng I và V cho ta công suất biểu kiến, có đơn vị kVA nếu điện áp V tính bằng kV.

Các đại lượng công suất P(kW), Q(kVAr), S(kVA) cho hệ thống tải 3 pha sẽ gấp 3 lần các đại lượng công suất cho hệ tải 1 pha. Từ đó, xác định đại lượng hệ số công suất.

1.4 tgφ

$$tg\varphi = \frac{Q(kVAr)}{P(kW)}$$

Một số hệ thống giá điện phụ thuộc một phần vào hệ số này, đó là tỉ số giữa công suất phản kháng và công suất tác dụng. Nếu tgφ có giá trị thấp, hệ số công suất sẽ cao và do đó người dùng điện đóng tiền điện ít hơn.

1.5 Đo hệ số công suất

Hệ số công suất (cosφ) có thể được đo bằng:

- cos phi kế dùng đo giá trị tức thời cosφ
- máy ghi công suất phản kháng cho phép ghi nhận dữ liệu về dòng điện, điện áp và hệ số công suất tương ứng với một khoảng thời gian. Bằng việc đọc và xử lý dữ liệu ta có thể đánh giá trị trung bình hệ số công suất cho mạng điện.

1.6 Các giá trị thực tế của hệ số công suất

Ví dụ tính toán công suất

Bảng E 5. Ví dụ tính toán công suất **tác dụng và công suất phản kháng**

Loại mạch	S(kVA)	P(kW)	Q(kVAr)
- 1 pha (dây pha và trung tính) - 1 pha (dây pha - pha)	S=VI S= UI	P=VIcos φ P=UIcosφ	Q=VI sinφ Q=UI sinφ
Ví dụ tải 5 kW, cosφ = 0,5	10 kVA	5 kW	8,7 kVAr
3 pha 3 dây hoặc 3 dây pha + trung tính	$S=\sqrt{3}$ UI;	$P=\sqrt{3}$ UIcosφ;	$Q=\sqrt{3}$ UIsinφ
Ví dụ động cơ P_n = 51kW cosφ = 0,86; ρ = 0,91 (hiệu suất)	65kVA	56kW	33kVAr

C.E

Giải thích việc tính toán tải 3 pha ở bảng E 5:

P_n = công suất cơ trên trục động cơ = 51 kW

P = công suất tác dụng tiêu thụ bởi động cơ

$$P=\frac{P_n}{\rho}=\frac{51}{0,91}=56 \text{ kW}$$

$$S = \text{công suất biểu kiến} = \frac{P}{\cos\varphi}=\frac{56}{0,86}=65 \text{ kVA}$$

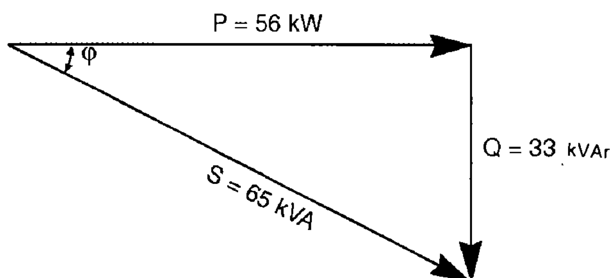
Sử dụng số liệu tra trong bảng E-20 hoặc máy tính ta có:

$\text{tg } \varphi = 0,59$

$Q = P \text{ tg } \varphi = 56 \times 0,59 = 33 \text{ kVAr}$

hoặc

$$Q=\sqrt{S^2-P^2}=\sqrt{(65)^2-(56)^2}=33 \text{ kVAr}$$



Hình E6. Giản đồ tính toán công suất.

Hệ số cosφ trung bình của vài thiết bị phổ biến

Bảng E7. Giá trị cosφ và tgφ của các máy móc thiết bị điện

Máy móc thiết bị		cosφ	tgφ
Động cơ không đồng bộ mang tải thông thường	0%	0,17	5,80
	25%	0,55	1,52
	50%	0,73	0,94
	75%	0,80	0,75
	100%	0,85	0,62
Đèn dây tóc		1,0	0
Đèn huỳnh quang (không có tụ)		0,5	1,73
Đèn huỳnh quang có bù		0,93	0,39
Đèn phóng điện		0,4 - 0,6	2,29 - 1,33
Các máy hàn loại điện trở		0,8 - 0,9	0,75 - 0,48
Máy hàn hồ quang 1 pha		0,5	1,73
Máy hàn hồ quang dạng động cơ - máy phát		0,7 - 0,9	1,02 - 0,48
Máy hàn hồ quang có biến áp + chỉnh lưu		0,7 - 0,8	1,02 - 0,75
Lò hồ quang		0,8	0,75
Lò biến trở		1,0	0
Lò cảm ứng (có bù)		0,85	0,62
Lò kiểu điện môi		0,85	0,62

2. TẠI SAO CẦN CẢI THIỆN HỆ SỐ CÔNG SUẤT

2.1 Giảm giá thành điện

Việc nâng cao hệ số công suất đem lại những ưu điểm về kỹ thuật và kinh tế, nhất là giảm tiền điện.

Giải quyết tốt bài toán quản lý tiêu thụ công suất phản kháng sẽ mang lại những hiệu quả kinh tế sau đây.

Các nhận xét này dựa chủ yếu vào qui tắc thanh toán tiền điện thực tế áp dụng ở Châu Âu trên cơ sở khuyến khích người dùng điện giảm tối đa việc tiêu thụ năng lượng phản kháng.

C.E

Việc lắp đặt các tụ điện để điều chỉnh hệ số công suất trong các mạng điện cho phép các hộ tiêu thụ giảm tiền điện nhờ giữ mức tiêu thụ công suất phản kháng dưới giá trị thỏa thuận với công ty cung cấp điện. Năng lượng phản kháng được tính theo hệ số tgφ:

$$tg\varphi = \frac{Q(kVArh)}{P(kWh)}$$

Theo qui định về dịch vụ cung cấp điện, các nhà phân phối điện sẽ cung cấp công suất phản kháng miễn phí nếu:

- năng lượng phản kháng dừng lại ở mức 40% năng lượng tác dụng (tgφ = 0,4) trong thời gian tối đa 16 h trong ngày (từ 6 h đến 22 h) trong suốt thời gian tải lớn nhất (thường xảy ra trong mùa đông);

- không có hạn chế trong thời gian tải thấp vào mùa đông, mùa xuân và mùa hè.

Trong các giai đoạn sử dụng điện có giới hạn theo qui định, việc tiêu thụ năng lượng phản kháng vượt quá 40 % năng lượng tác dụng

(tg φ > 0,4) thì người sử dụng năng lượng phản kháng sẽ phải trả tiền hàng tháng theo giá hiện hành.

Do đó, tổng năng lượng phản kháng được tính tiền cho thời gian sử dụng sẽ là:

$$\text{kVArh (phải trả tiền)} = \text{kWh} (\text{tg}\varphi - 0{,}4)$$

Với kWh là năng lượng tiêu thụ trong giai đoạn bị hạn chế, kWh.tgφ là tổng năng lượng phản kháng trong thời gian áp dụng qui định hạn chế và 0,4kWh là tổng năng lượng phản kháng được tính miễn phí trong thời gian chịu qui định hạn chế.

$$\text{tg}\varphi = 0{,}4 \text{ tương ứng } P_F = 0{,}93$$

Vì thế, nếu thực hiện các biện pháp đảm bảo hệ số công suất không thấp hơn 0,93 trong thời gian bị hạn chế, người dùng điện sẽ không phải trả tiền cho năng lượng phản kháng đã tiêu thụ.

Mặc dù được lợi về giảm bớt tiền điện, người dùng điện cần phải cân nhắc đến các yếu tố phí tổn do mua sắm, lắp đặt và bảo trì các tụ điện cải thiện hệ số công suất, các thiết bị đóng cắt, thiết bị điều khiển tự động (khi có yêu cầu bù nhiều cấp) cùng với công suất tổn hao điện môi kWh xuất hiện trong các tụ v.v..

Nhận thấy rằng hiệu quả kinh tế sẽ tốt hơn nếu chỉ thực hiện bù từng phần và chi trả cho việc tiêu thụ một lượng nhỏ năng lượng phản kháng sẽ rẻ hơn là thực hiện bù hoàn toàn 100%.

Bài toán điều chỉnh hệ số công suất là bài toán tối ưu trừ những trường hợp rất đơn giản.

2.2 Tối ưu hóa kinh tế- kỹ thuật

Cải thiện hệ số công suất cho phép sử dụng máy biến áp, thiết bị đóng cắt và cáp nhỏ hơn v.v.. đồng thời giảm tổn thất điện năng và sụt áp trong mạng điện.

Hệ số công suất cao cho phép tối ưu hóa các phần tử cung cấp điện. Khi ấy các thiết bị điện không cần định mức dư thừa. Tuy nhiên để đạt được kết quả tốt nhất, cần đặt tụ cạnh từng phần tử của thiết bị tiêu thụ công suất phản kháng.

Giảm kích cỡ dây dẫn

Bảng E8 chỉ ra sự tăng kích thước dây cáp khi hệ số công suất thay đổi trong phạm vi từ 1 đến 0,4.

Bảng E8. **Bội số tiết diện cáp là hàm của cosφ**

Bội số tiết diện lõi cáp	1	1,25	1,67	2,5
cosφ	1	0,8	0,6	0,4

C.E

Giảm tổn thất công suất trong dây dẫn

Tổn hao trong dây dẫn tỉ lệ bình phương dòng điện và đo bằng côngtơmet (đo kWh).

Việc giảm 10% dòng tổng đi qua dây dẫn sẽ giảm tổn thất khoảng bằng 20%.

Giảm sụt áp

Các tụ điện điều chỉnh hệ số công suất (tụ bù) làm giảm hoặc thậm chí khử hoàn toàn dòng phản kháng trong các dây dẫn ở trước vị trí bù, vì thế làm giảm bớt hoặc khử bỏ hẳn sụt áp.

Chú ý: việc bù dư sẽ gây ra hiện tượng tăng điện áp trên các tụ.

Sự gia tăng khả năng mang tải

Bằng cách cải thiện hệ số công suất của tải được cấp nguồn từ máy biến áp, dòng điện đi qua máy biến áp sẽ giảm vì thế cho phép việc mắc thêm tải vào máy biến áp.

Thực tế, biện pháp cải thiện hệ số công suất có thể tiết kiệm hơn việc thay thế máy biến áp có dung lượng lớn hơn khi có yêu cầu tăng công suất phụ tải.

Vấn đề này được trình bày chi tiết hơn ở mục 6

3. CẢI THIỆN HỆ SỐ CÔNG SUẤT

3.1 Các nguyên lý lý thuyết

Để cải thiện hệ số công suất của mạng điện, cần một bộ tụ điện làm nguồn phát công suất phản kháng. Cách giải quyết này được gọi là bù công suất phản kháng.

Tải mang tính cảm có hệ số công suất thấp sẽ nhận thành phần dòng điện phản kháng (chậm pha so với điện áp một góc 90^0) từ máy phát đưa đến qua hệ thống truyền tải/phân phối. Do đó kéo theo tổn thất công suất và hiện tượng sụt áp nêu ra trong mục 1.1.

Khi mắc các tụ song song với tải (hay còn gọi là bù ngang), dòng điện có tính dung của tụ sẽ có cùng đường đi như thành phần cảm kháng của dòng tải.

Như đã nói ở mục 1.1, dòng điện qua tụ này (nhanh pha hơn điện áp nguồn 90^0) ngược pha với thành phần phản kháng của dòng tải I_L. Nếu thành phần dòng điện này triệt tiêu lẫn nhau $I_C = I_L$ thì không còn tồn tại dòng phản kháng đi qua phần lưới phía trước vị trí đặt tụ.

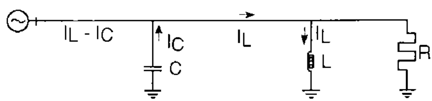
Hiện tượng này được giải thích trên hình E9.

trong đó:

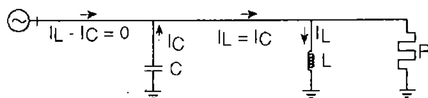
R - phần tử tiêu thụ công suất tác dụng của tải;

L - phần tử tiêu thụ công suất phản kháng (tải có tính cảm);

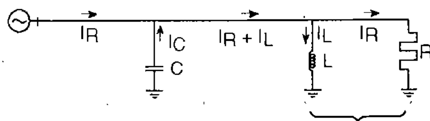
C - phần tử có tính dung của thiết bị điều chỉnh hệ số công suất (tức các tụ điện).



a/- thành phần dòng phản kháng



b/-khi $I_C = I_L$, toàn bộ công suất phản kháng được cung cấp từ bộ tụ



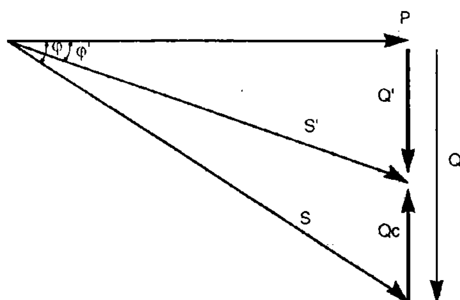
c/-trường hợp b), có thêm dòng tải

Hình E9. Các tính chất cơ bản của việc điều chỉnh hệ số công suất.

Từ giản đồ E9b, tụ C rõ ràng đã cung cấp toàn bộ dòng điện phản kháng cho tải. Vì lý do đó, đôi khi ta gọi tụ C là máy phát công suất phản kháng. Ở hình E9c có vẽ thêm thành phần dòng điện tác dụng và đối với hệ thống, tải dường như có hệ số công suất bằng 1.

Nói chung, việc bù hoàn toàn lưới điện không mang lại hiệu quả kinh tế.

Hình E-10 sử dụng giản đồ công suất đã được mô tả ở mục 1.3 (hình E3) để minh họa nguyên lý bù bằng cách giảm công suất phản kháng Q đến giá trị nhỏ hơn Q' bằng các bộ tụ có công suất phản kháng Q_C. Hệ quả là công suất biểu kiến S được giảm xuống còn S'.



Hình E10. Giản đồ mô tả nguyên lý bù công suất $Q_C = P(tg\varphi - tg\varphi')$.

Ví dụ:

Động cơ công suất 100 kW với $P_F = 0,75$ (tức $tg\varphi = 0,88$)

Để cải thiện P_F đến giá trị 0,93 (tức $tg\varphi = 0,4$), công suất phản kháng của bộ tụ phải là:

$$Q_C = 100(0,88 - 0,4) = 48 \text{ kVAr}$$

Mức độ cần bù và dung lượng tụ bù phụ thuộc vào từng mạng. Các yếu tố cần quan tâm khi xét chọn sẽ được trình bày một cách tổng quát ở mục 5,6, và 7 khi khảo sát máy biến áp và động cơ điện.

Chú ý:

Trước khi bắt đầu thiết kế bù công suất, cần phải xét nhiều vấn đề.

Đặc biệt là nên tránh định mức động cơ quá lớn cũng như chế độ chạy không tải của các động cơ. Ở trường hợp sau, năng lượng phản kháng do động cơ tiêu thụ sẽ làm hệ số công suất rất thấp (0,17) do lượng công suất tác dụng tiêu thụ ở chế độ không tải rất nhỏ.

3.2 Các thiết bị bù công suất

Bù trên lưới điện áp

Trong mạng điện hạ áp, bù công suất thực hiện bằng:

- tụ điện với lượng bù cố định (bù nền);
- thiết bị điều chỉnh bù tự động hoặc một bộ tụ cho phép điều chỉnh liên tục tùy theo yêu cầu khi tải thay đổi.

Chú ý:

Khi công suất phản kháng cần bù vượt quá 800 kVAr và tải tiêu thụ có tính liên tục và ổn định, việc lắp đặt bộ tụ bù ở phía trung áp thường cho hiệu quả kinh tế tốt hơn.

Tụ bù nền

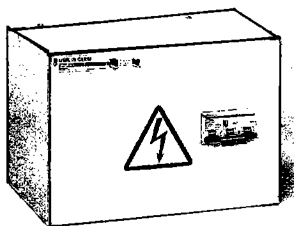
Bố trí bù gồm một hoặc nhiều tụ tạo nên lượng bù không đổi. Việc điều khiển có thể thực hiện:

- bằng tay: dùng CB hoặc LBS (load- break switch);
- bán tự động: dùng côngtắctơ;
- mắc trực tiếp vào tải và đóng điện cho mạch bù đồng thời khi đóng tải.

C.E

Các tụ điện được đặt:

- tại vị trí đấu nối của thiết bị tiêu thụ điện có tính cảm (động cơ điện và máy biến áp);
- tại vị trí thanh góp cấp nguồn cho nhiều động cơ nhỏ và các phụ tải có tính cảm kháng; đối với chúng việc bù từng thiết bị một tỏ ra quá tốn kém;
- trong các trường hợp khi tải không thay đổi.



Hình E11. Ví dụ về bộ tụ bù cố định (bù nền).

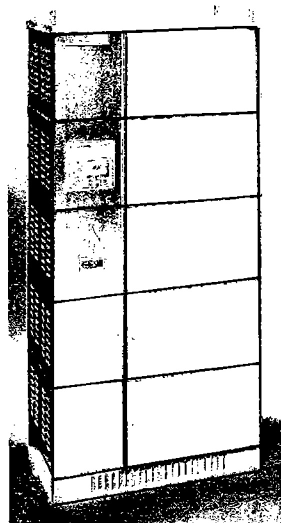
Bộ tụ bù điều khiển tự động (bù ứng động)

Bù công suất thường được thực hiện bằng cá: phương tiện điều khiển đóng ngắt từng bộ tụ công suất

Thiết bị này cho phép điều khiển bù công suất một cách tự động, giữ hệ số công suất trong một giới hạn cho phép chung quanh giá trị hệ số công suất được chọn.

Thiết bị này được lắp đặt tại các vị trí mà công suất tác dụng và (hoặc) công suất phản kháng thay đổi trong phạm vi rất rộng. Ví dụ:

- tại thanh góp của tủ phân phối chính;
- tại đầu nối của các cáp trục chịu tải lớn.



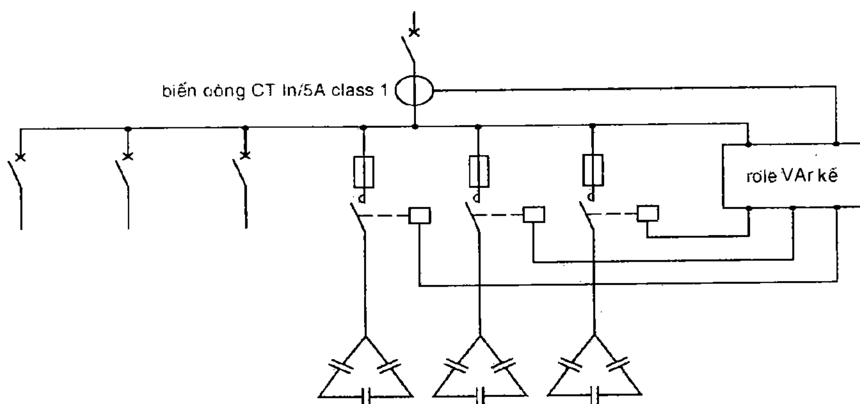
Hình E12. Ví dụ về thiết bị điều chỉnh bù tự động.

Các nguyên lý và lý do sử dụng bù tự động

Bộ tụ bù gồm nhiều phần và mỗi phần được điều khiển bằng công-tăc- tơ. Việc đóng côngtăctơ sẽ đóng một số tụ song song với các tụ vận hành. Vì vậy lượng công suất bù có thể tăng hoặc giảm theo từng cấp bằng cách thực hiện đóng hoặc ngắt côngtăctơ điều khiển tụ. Một rơle điều khiển kiểm soát hệ số công suất của mạng điện sẽ thực hiện đóng và mở các côngtăctơ tương ứng để giữ hệ số công suất cả hệ thống không thay đổi (với sai số do điều chỉnh kiểu từng bậc). Để điều khiển rơle, máy biến dòng phải đặt trên một pha của dây cáp dẫn điện cung cấp đến mạch được điều khiển như hình E13. Khi thực hiện bù chính xác bằng giá trị tải yêu cầu sẽ tránh được hiện tượng quá điện áp khi

tải giảm xuống thấp và do đó khử bỏ các điều kiện phát sinh quá điện áp và tránh các thiệt hại xảy ra cho trang thiết bị.

Quá điện áp xuất hiện do hiện tượng bù dư phụ thuộc một phần vào giá trị của tổng trở nguồn.



Hình E13. Nguyên lý điều khiển bù tự động.

3.3 Lựa chọn phương án bù nền (cố định) hoặc bù điều khiển tự động

Các qui tắc áp dụng chung

Nếu công suất của bộ tụ (kVar) nhỏ hơn hoặc bằng 15% công suất định mức máy biến áp cấp nguồn, nên sử dụng bù nền.

Nếu ở mức trên 15%, nên sử dụng bù điều khiển tự động (bù ứng động).

Vị trí lắp đặt tụ hạ áp trong mạng điện có tính đến chế độ bù công suất; hoặc là bù tập trung (đặt tại một vị trí và bù cho toàn thể mạng lắp đặt), bù nhóm (bù cho từng phân đoạn), bù cục bộ (bù riêng - bù cho từng thiết bị tiêu thụ) hoặc bù kết hợp hai phương án bù sau cùng.

Về nguyên tắc, bù lý tưởng có nghĩa là bù áp dụng cho từng điểm tiêu thụ và với mức độ mà phụ tải yêu cầu tại mỗi thời điểm.

Trong thực tiễn, việc chọn phương cách bù dựa vào các hệ số kinh tế và kỹ thuật.

4. VỊ TRÍ LẮP ĐẶT TỤ BÙ

4.1 Bù tập trung

Bù tập trung áp dụng khi tải ổn định và liên tục.

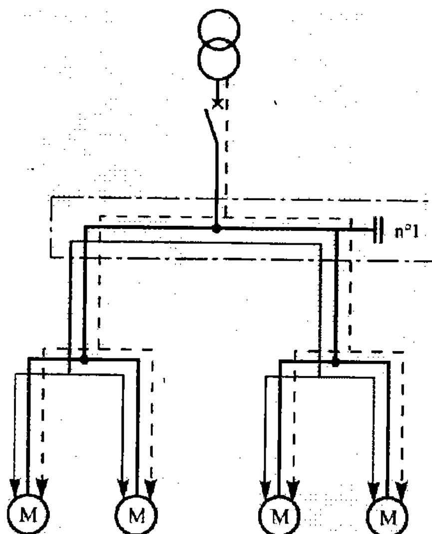
Nguyên lý:

Bộ tụ đấu vào thanh góp hạ áp của tủ phân phối chính và được đóng trong thời gian tải hoạt động.

Ưu điểm:

Bù tập trung:

- làm giảm tiền phạt do vấn đề tiêu thụ công suất phản kháng;
- làm giảm công suất biểu kiến yêu cầu;
- làm nhẹ tải cho máy biến áp và do đó nó có khả năng phát triển thêm các phụ tải khi cần thiết.



Hình E14. Bù tập trung.

Đường ---- Dòng phản kháng trước khi bù

—— Dòng phản kháng sau khi bù

Nhận xét:

- dòng điện phản kháng tiếp tục đi vào tất cả lộ ra tủ phân phối chính của mạng hạ thế;

- vì lý do trên, kích cỡ của dây dẫn, công suất tổn hao trong dây không được cải thiện với chế độ bù tập trung.

4.2 Bù nhóm (từng phân đoạn)

Bù nhóm nên sử dụng khi mạng điện quá lớn và khi chế độ tải tiêu thụ theo thời gian của các phân đoạn thay đổi khác nhau.

Nguyên lý:

Bộ tụ được đấu vào tủ phân phối khu vực như trên hình E15. Hiệu quả do bù nhóm mang lại cho các dây dẫn xuất phát từ tủ phân phối chính đến các tủ phân phối khu vực có đặt tụ được thể hiện rõ nhất.

C.E

Ưu điểm:

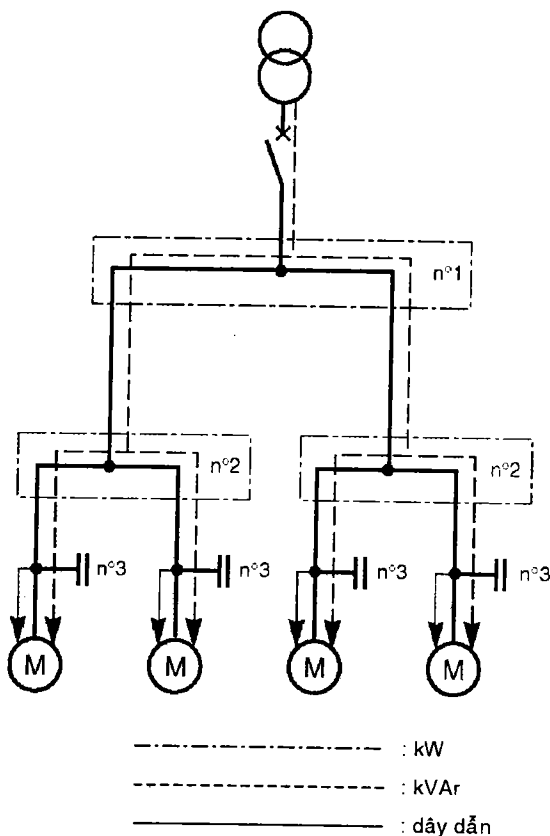
Bù nhóm:

- làm giảm tiền phạt do vấn đề tiêu thụ công suất phản kháng;
- làm giảm công suất biểu kiến yêu cầu;
- kích thước dây cáp đi đến các tủ phân phối khu vực sẽ giảm đi hoặc với cùng dây cáp trên có thể tăng thêm phụ tải cho tủ phân phối khu vực;
- tổn hao trên cùng dây cáp sẽ giảm.

Nhận xét:

- dòng điện phản kháng tiếp tục đi vào tất cả dây dẫn xuất phát từ tủ phân phối khu vực;
- vì lý do trên, kích thước và công suất tổn hao trong dây dẫn nói trên không được cải thiện với chế độ bù nhóm;

khi có sự thay đổi đáng kể của tải, luôn luôn tồn tại nguy cơ bù dư và kèm theo hiện tượng quá điện áp.



Hình E15. Bù nhóm.

4.3 Bù riêng

> *Bù riêng nên được xét đến khi công suất động cơ đáng kể so với công suất mạng điện.*

Nguyên lý

Bộ tụ mắc trực tiếp vào đầu dây nối của thiết bị dùng điện có tính cảm (chủ yếu là các động cơ - xem tiếp ở mục 7). Bù riêng nên được xét đến khi công suất của động cơ là đáng kể so với công suất mạng điện.

Bộ tụ được định mức (kVAr) đến khoảng 25% giá trị công suất (kW) của động cơ. Bù bổ sung tại đầu nguồn điện cũng có thể mang lại hiệu quả tốt.

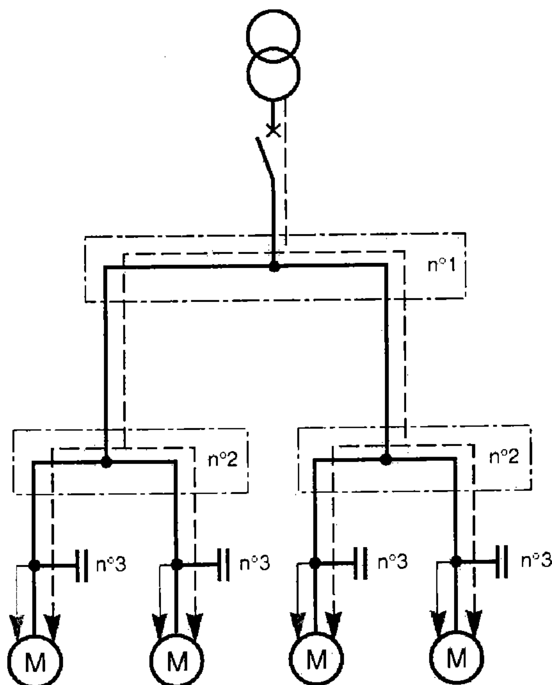
C.E

Ưu điểm: bù riêng

- làm giảm tiền phạt do vấn đề tiêu thụ công suất phản kháng (kVAr);
- giảm công suất biểu kiến yêu cầu ;
- giảm kích thước và tổn hao dây dẫn đối với tất cả dây dẫn.

Nhận xét:

Các dòng điện phản kháng có giá trị lớn sẽ không còn tồn tại trong mạng điện.



Hình E16. Bù riêng.

5. MỨC ĐỘ BÙ TỐI ƯU

5.1 Phương pháp chung

Bảng số liệu tính toán công suất phản kháng cần thiết trong giai đoạn thiết kế.

Bảng số liệu này có thể thu được bằng phương pháp tính mô tả ở chương B.

Qua bảng, có thể xác định công suất phản kháng và công suất tác dụng cho các mức độ bù khác nhau.

Vấn đề tối ưu hóa kinh tế và kỹ thuật cho một mạng đang hoạt động.

Việc tính toán định mức bù tối ưu cho một mạng đã tồn tại có thể thực hiện theo những lưu ý sau:

+ tiền điện trước khi đặt tụ bù;

+ tiền điện tương lai sau khi lắp đặt tụ bù;

+ các chi phí bao gồm:

- mua tụ bù và mạch điều khiển (côngtăctơ, rơle, tủ hợp bộ);
- lắp đặt và bảo trì;
- tổn thất trong tụ và tổn thất trên dây cáp, máy biến áp sau khi lắp đặt tụ bù.

Một số phương pháp áp dụng tính tiền điện cơ bản (ở châu Âu) được trình bày trong mục 5.3, 5.4.

5.2 Phương pháp tính đơn giản

Nguyên lý chung

Thông thường, một cách tính gần đúng có thể áp dụng cho hầu hết các trường hợp trong thực tế và có thể chọn lấy giá trị hệ số công suất bằng 0,8 (trễ pha) trước khi bù để làm chuẩn. Để nâng cao hệ số công suất đến giá trị đủ để khỏi bị trả tiền phạt (giả sử là 0,93) đồng thời giảm bớt tổn hao và sụt áp trong mạng điện, các giá trị tính toán cần thiết được cho trong bảng E17.

Từ bảng, ta thấy để nâng hệ số công suất từ 0,8 đến 0,93 cần bù công suất 0,355 kVAr cho một kW công suất tiêu thụ.

Dung lượng tụ tại thanh góp của tủ phân phối chính của mạng điện:

C.E

$$Q_{(kVAr)} = 0,355.\ P\ (kW)$$

Cách tính đơn giản này cho phép ta xác định nhanh dung lượng tụ bù cho các chế độ bù tập trung, bù nhóm hoặc bù riêng.

Ví dụ:

Mạng công suất 666kVA được nâng hệ số công suất từ 0,75 lên 0,928

Công suất tiêu thụ : 666 x 0,75 = 500 kW.

Từ bảng E17, ứng với hàng cosφ = 0,75 (trước khi bù) và cột cosφ = 0,93 (sau khi bù), ta thu được công suất tụ là 0,487 kVAr cho 1kW tiêu thụ của tải. Vì thế, đối với tải 500 kW, công suất tụ bù sẽ là: 500 x 0,487 = 244 kVAr.

Chú ý: cách này áp dụng cho tất cả mức điện áp, tức không phụ thuộc vào điện áp.

Bảng E17. **Lượng kVAr cần đặt cho mỗi kW để cải thiện hệ số công suất lưới.**

Trước khi bù		Định mức dung lượng bù (kVAr) cho mỗi kW tải để cải thiện cosφ hoặc tgφ													
		tgφ	0,75	0,59	0,48	0,46	0,43	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,20	0,14	0,0
tgφ	cosφ	cosφ	0,80	0,86	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
2,29	0,40		1,557	1,691	1,805	1,832	1,861	1,895	1,924	1,959	1,998	2,037	2,085	2,146	2,288
2,22	0,41		1,474	1,625	1,742	1,769	1,798	1,831	1,840	1,896	1,935	1,973	2,021	2,082	2,225
2,16	0,42		1,413	1,561	1,681	1,709	1,738	1,771	1,800	1,836	1,874	1,913	1,961	2,022	2,164
2,10	0,43		1,356	1,499	1,624	1,651	1,680	1,713	1,742	1,778	1,816	1,855	1,903	1,964	2,107
2,04	0,44		1,290	1,441	1,558	1,585	1,614	1,647	1,677	1,712	1,751	1,790	1,837	1,899	2,041
1,98	0,45		1,230	1,384	1,501	1,532	1,561	1,592	1,628	1,659	1,695	1,737	1,774	1,846	1,988
1,93	0,46		1,179	1,330	1,446	1,473	1,502	1,533	1,567	1,600	1,636	1,677	1,725	1,786	1,929
1,88	0,47		1,130	1,278	1,397	1,425	1,454	1,485	1,519	1,532	1,588	1,629	1,677	1,758	1,881
1,83	0,48		1,076	1,228	1,343	1,370	1,400	1,430	1,464	1,497	1,534	1,575	1,623	1,684	1,826
1,78	0,49		1,030	1,179	1,297	1,326	1,355	1,386	1,420	1,453	1,489	1,530	1,578	1,639	1,782
1,73	0,50		0,982	1,232	1,248	1,276	1,303	1,337	1,369	1,403	1,441	1,481	1,529	1,590	1,732
1,69	0,51		0,936	1,087	1,202	1,230	1,257	1,291	1,323	1,357	1,395	1,435	1,483	1,544	1,686
1,64	0,52		0,894	1,043	1,160	1,188	1,215	1,249	1,281	1,315	1,353	1,393	1,441	1,502	1,644
1,60	0,53		0,850	1,000	1,116	1,144	1,171	1,205	1,237	1,271	1,309	1,349	1,397	1,458	1,600
1,56	0,54		0,809	0,959	1,075	1,103	1,130	1,164	1,196	1,230	1,268	1,308	1,356	1,417	1,559
1,52	0,55		0,769	0,918	1,035	1,063	1,090	1,124	1,156	1,190	1,228	1,268	1,316	1,377	1,519
1,48	0,56		0,730	0,879	0,996	1,024	1,051	1,085	1,117	1,151	1,189	1,229	1,277	1,338	1,480
1,44	0,57		0,692	0,841	0,958	0,986	1,013	1,047	1,079	1,113	1,151	1,191	1,239	1,300	1,442
1,40	0,58		0,665	0,805	0,921	0,949	0,976	1,010	1,042	1,076	1,114	1,154	1,202	1,263	1,405
1,37	0,59		0,618	0,768	0,884	0,912	0,939	0,973	1,005	1,039	1,077	1,117	1,165	1,226	1,368
1,33	0,60		0,584	0,733	0,849	0,878	0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334
1,30	0,61		0,549	0,699	0,815	0,843	0,870	0,904	0,936	0,970	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299
1,27	0,62		0,515	0,665	0,781	0,809	0,836	0,870	0,902	0,936	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265
1,23	0,63		0,483	0,633	0,749	0,777	0,804	0,838	0,870	0,904	0,942	0,982	1,030	1,091	1,233

tiếp bảng E17

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	( )	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1,20	0,64		0,450	0,601	0,716	0,744	0,771	0, 05	0, 37	0, 71	0,909	0,949	0,997	1,05	1,200
1,17	0,65		0,419	0,569	0,6 5	0,713	0,740	0,774	0, 06	0, 40	0, 7	0,91	0,966	1,007	1,169
1,14	0,66		0,3	0,53	0,654	0,6 2	0,709	0,743	0,775	0, 09	0, 47	0, 7	0,935	0,996	1,13
1,11	0,67		0,35	0,50	0,624	0,652	0,679	0,713	0,745	0,779	0, 17	0, 57	0,905	0,966	1,10
1,0	0,6		0,329	0,47	0,595	0,623	0,650	0,6 4	0,716	0,750	0,7	0, 2	0, 76	0,937	1,079
1,05	0,69		0,299	0,449	0,565	0,593	0,620	0,654	0,6 6	0,720	0,75	0,79	0, 40	0,907	1,049
1,02	0,70		0,270	0,420	0,536	0,564	0,591	1,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0, 11	0, 7	1,020
0,99	0,71		0,242	0,392	0,50	0,536	0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,7 3	0, 50	0,992
0,96	0,72		0,213	0,364	0,479	0,507	0,534	0,56	0,600	0,634	0,672	0,712	0,754	0, 21	0,963
0,94	0,73		0,1 6	0,336	0,452	0,4 0	0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,6 5	0,727	0,794	0,936
0,91	0,74		0,159	0,309	0,425	0,453	0,4 0	0,514	0,546	0,5 0	0,61	0,65	0,700	0,767	0,909
0,	0,75		0,132	0, 2	0,39	0,426	0,453	0,4 7	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,740	0, 2
0, 6	0,76		0,105	0,255	0,371	0,399	0,426	0,460	0,492	0,526	0,564	0,604	0,652	0,713	0, 55
0, 3	0,77		0,079	0,229	0,345	0,373	0,400	0,434	0,466	0,500	0,53	0,57	0,620	0,6 7	0, 29
0, 0	0,7		0,053	0,202	0,319	0,347	0,374	0,40	0,440	0,474	0,512	0,552	0,594	0,661	0, 03
0,7	0,79		0,026	0,176	0,292	0,320	0,347	0,3 1	0,413	0,447	0,4 5	0,525	0,567	0,634	0,776
0,75	0, 0			0,150	0,266	0,294	0,321	0,355	0,3 7	0,421	0,459	0,499	0,541	0,60	0,750
0,72	0, 1			0,124	0,240	0,26	0,295	0,329	0,361	0,395	0,433	0,473	0,515	0,5 2	0,724
0,70	0, 2			0,09	0,214	0,242	0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	0,4 9	0,556	0,69
0,67	0, 3			0,072	0,1	0,216	0,243	0,277	0,309	0,343	0,3 1	0,421	0,463	0,530	0,672
0,65	0, 4			0,046	0,162	0,190	0,217	0,251	0,2 3	0,317	0,355	0,395	3,437	0,504	0,645
0,62	0, 5			0,020	0,136	0,164	0,191	0,225	0,257	0,291	0,329	0,369	0,417	0,47	0,620
0,59	0, 6				0,109	0,140	0,167	0,19	0,230	0,264	0,301	0,343	0,390	0,450	0,593
0,57	0, 7				0,0 3	0,114	0,141	0,172	0,204	0,23	0,275	0,317	0,364	0,424	0,567
0,54	0,				0,054	0,0 5	0,112	0,143	0,175	0,209	0,246	0,2	0,335	0,395	0,53
0,51	0, 9				0,02	0,059	0,0 6	0,117	0,149	0,1 3	0,230	0,262	0,309	0,369	0,512
0,4	0,90					0,031	0,05	0,0 9	0,121	0,155	0,192	0,234	0,2 1	0,341	0,4 4

C.E

5.3 Phương pháp tính dựa vào điều kiện không đóng tiền phạt

Trong một vài cách tính giá điện, việc kiểm tra tiền điện cho những thời điểm nặng tải trong năm cho phép ta xác định giá trị công suất bù cần thiết để tránh đóng tiền phạt điện do sử dụng công suất phản kháng.

Thời gian thu hồi vốn của các tụ bù công suất và thiết bị đi kèm thường kéo dài khoảng 18 tháng.

Phương pháp sau đây cho phép xác định công suất tụ dựa vào bảng kê khai chi tiết tiền điện, trong đó khung giá tiền điện phù hợp với những gì ta đã nêu ra ở mục 2.1. Phương pháp này xác định công suất bù tối thiểu để không phải trả tiền sử dụng công suất phản kháng (kVArh).

Trình tự như sau:

- xét tiền điện trả cho 5 tháng mùa đông (ở Pháp từ tháng 11 đến tháng 3).

Chú ý: ở vùng khí hậu nhiệt đới, giai đoạn tiêu thụ điện mạnh nhất có thể xảy ra vào mùa hè (do sử dụng nhiều máy lạnh) vì thế cần xét đến giá tiền điện trong giai đoạn này. Phần còn lại của ví dụ này được xét trong điều kiện mùa đông ở Pháp

- xét hóa đơn tiền điện liên quan đến lượng kVArh đã tiêu thụ và ghi nhận số kVArh phải trả tiền. Sau đó, chọn hóa đơn tiền có giá kVArh cao nhất phải trả (không xét đến trường hợp ngoại lệ).

Ví dụ: 15965 kVArh trong tháng giêng

- tính tổng thời gian hoạt động trong tháng đỗ, ví dụ: 220 h (22 ngày x 10 h). Số giờ xét để tính là những giờ mà hệ thống điện chịu tải lớn nhất và tải đạt giá trị đỉnh cao nhất. Các số liệu này được cho trong các số liệu tính tiền điện và (thông thường) trong suốt thời gian 16 h trong ngày, hoặc là từ 6 h đến 22 h hoặc từ 7 h đến 23 h tùy theo

vùng. Ngoài thời gian kể trên, việc tiêu thụ công suất phản kháng là miễn phí

- giá trị công suất cần bù:

$$[kVAr] = \frac{\text{Số kVArh phải trả tiền}}{\text{Số giờ hoạt động}} = Q_C$$

Số giờ hoạt động là số giờ ghi trong hóa đơn tiền điện khi phải trả tiền sử dụng công suất phản kháng.

Từ ví dụ trên

$$Q_C = \frac{15966 \text{ kVAr}}{220 \text{ h}} = 73 \text{ kVAr}$$

C.E

Dung lượng tụ thường được chọn cao hơn giá trị tính toán một chút.

Một số hãng cung cấp qui tắc thước loga thiết kế đặc biệt cho việc tính toán này theo các khung giá riêng. Công cụ trên và các dữ liệu kèm theo giúp cho ta chọn lựa thiết bị bù và sơ đồ điều khiển thích hợp, đồng thời lưu ý các ràng buộc của các sóng hài điện áp trong hệ thống điện. Các sóng hài này đòi hỏi sử dụng định mức tụ dư (liên quan đến giải nhiệt, định mức áp và dòng điện) và các cuộn kháng hoặc mạch lọc để lọc sóng hài (xem phụ lục E3).

5.4 Phương pháp tính dựa theo điều kiện giảm bớt công suất biểu kiến cực đại đăng ký

Với khung giá tiền điện 2 thành phần phụ thuộc vào giá trị kVA đã đăng ký, bảng E16 dùng để xác định công suất phản kháng cần bù (kVAr) để giảm giá trị kVA đăng ký và để tránh sử dụng quá giá trị đó.

Đối với khách hàng dùng điện theo khung giá tiền dựa một phần vào số kVA cố định đã đăng ký, cộng thêm phần trả cho số kWh tiêu thụ, việc giảm số kVA đăng ký sẽ mang lại lợi nhuận. Giản đồ vẽ trên

hình E18 cho thấy khi hệ số công suất được cải thiện, giá trị kVA giảm xuống ứng với giá trị kW (P) đã cho. Ngoài những ưu điểm đã nói đến trước đây, việc nâng cao hệ số công suất còn nhằm vào mục đích giảm số kVA đăng ký và không cho vượt qua giá trị đó, vì thế tránh trả thêm phụ thu tiền trên mỗi kVA trong suốt giai đoạn có khả năng sử dụng vượt trội hoặc tránh việc ngắt CB tổng. Bảng E17 cho thấy giá trị công suất bù kVAr trên 1 kW tiêu thụ để nâng hệ số công suất từ giá trị này đến giá trị khác.

Ví dụ:

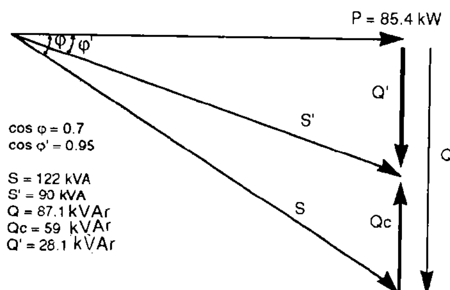
Một siêu thị đăng ký 122 kVA với hệ số công suất 0,7 (trễ pha) nghĩa là công suất tác dụng bằng 85,4 kW. Hợp đồng riêng của khách hàng này dựa vào từng bậc giá trị kVA đăng ký (theo từng bậc 6 kVA đến 108 kVA và theo từng bậc giá trị 12 kVA khi vượt trên giá trị này). Đây là loại phổ biến và đặc trưng cho khung tiền điện 2 thành phần.

Để ý bảng E17, có thể thấy rằng dùng bộ tụ 60 kVAr hệ số công suất thay đổi từ 0,7 thành 0,95.

(0,691 x 85,4 = 59 kVAr cho trong bảng)

Giá trị kVA đăng ký sẽ là:

85,4/0,95 = 90 kVA tức cải thiện được 30%



Hình E18. Giảm lượng kVA đăng ký nhờ cải thiện hệ số công suất.

6. BÙ TẠI CÁC TRẠM ĐẶT MÁY BIẾN ÁP

6.1 Bù nâng cao khả năng tải công suất

Lắp đặt tụ giúp ta tránh phải thay thế máy biến áp khi cần tăng tải.

Với các bước tương tự như đã thực hiện để giảm công suất đăng ký kVA, tức nâng cao hệ số công suất tải–mô tả ở mục 5.4, khả năng mang tải của máy biến áp có thể được nâng cao.

Các vấn đề phát sinh do việc thay thế máy biến áp bằng máy biến áp lớn hơn do nhu cầu phụ tải tăng lên có thể được loại bỏ bằng biện pháp này.

C.E

Bảng E20 biểu thị trực tiếp công suất các máy biến áp đầy tải với các giá trị khác nhau của hệ số công suất, qua đó thấy rõ việc nâng cao hệ số công suất sẽ làm tăng khả năng tải công suất tác dụng của máy biến áp.

Ví dụ:

(Xem hình E19)

Hệ thống nhận điện từ máy biến áp 630 kVA mang tải 450 kW (P_1) với hệ số công suất 0,8 (tính cảm).

Công suất biểu kiến:

$$S_1 = \frac{450}{0{,}8} = 562 \text{ kVA}$$

Công suất phản kháng tương ứng:

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} = 337 \text{ kVAr}$$

Một tải khác sẽ được mắc thêm vào có giá trị P_2 = 100 kW với hệ số công suất 0,7 (tính cảm).

Công suất biểu kiến của tải này là:

$$S_2 = \frac{100}{0,7} = 143 \text{ kVA}$$

Công suất phản kháng tương ứng:

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2} = 102 \text{ kVAr}$$

Hỏi cần đặt tụ bù với công suất phản kháng bao nhiêu để khỏi phải thay thế máy biến áp?.

Tổng công suất tác dụng của tải là:

$$P = P_1 + P_2 = 550 \text{ kW}$$

Máy biến áp 630 kVA có khả năng tải công suất phản kháng tối đa cho tải tiêu thụ 550 kW:

$$Q_m = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q_m = \sqrt{630^2 - 550^2} = 307 \text{ kVAr}$$

Trước khi bù, tổng công suất phản kháng cần cho phụ tải là:

$$Q_1 + Q_2 = 337 + 102 = 439 \text{ kVAr}$$

Vì thế dung lượng tối thiểu của bộ tụ phải lắp đặt là:

$$Q_{kVAr} = 439 - 307 = 132 \text{ kVAr}$$

Cần chú ý rằng trình tự tính toán này không xét đến các phụ tải đỉnh và thời gian kéo dài của nó.

Trường hợp tốt nhất, tức điều chỉnh hệ số cosφ đến 1 sẽ cho máy biến áp một khoảng dự trữ công suất bằng 630 – 550 = 80 kW. Lúc đó, bộ tụ phải có dung lượng bằng 439 kVAr.

Hình E19. Bù Q cho phép tăng bổ sung lượng công suất S_2 mà không cần tăng công suất máy biến áp.

Bảng E20. Khả năng tải công suất tác dụng của các máy biến áp đầy tải với các giá trị hệ số công suất khác nhau

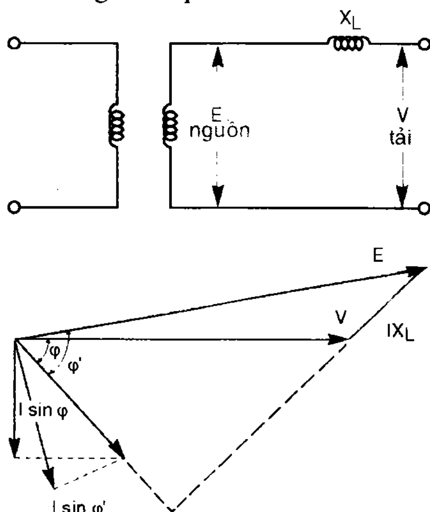
tgφ	cosφ	Định mức kVA của biến áp											
		100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
0,00	1	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
0.20	0.98	98	157	245	309	392	490	617	784	980	1225	1568	1960
0.29	0.96	96	154	240	302	384	480	605	768	960	1200	1536	1920
0.36	0.94	94	150	235	296	376	470	592	752	940	1175	1504	1880
0.43	0.92	92	147	230	290	368	460	580	736	920	1150	1472	1840
0.48	0.90	90	144	225	284	360	450	567	720	900	1125	1440	1800
0.54	0.88	88	141	220	277	352	440	554	704	880	1100	1408	1760
0.59	0.86	86	138	215	271	344	430	541	688	860	1075	1376	1720
0.65	0.84	84	134	210	265	336	420	529	672	840	1050	1344	1680
0.70	0.82	82	131	205	258	328	410	517	656	820	1025	1312	1640
0.75	0.80	80	128	200	252	320	400	504	640	800	1000	1280	1600
0.80	0.78	78	125	195	246	312	390	491	624	780	975	1248	1560
0.86	0.76	76	122	190	239	304	380	479	608	760	950	1216	1520
0.91	0.74	74	118	185	233	296	370	466	592	740	925	1184	1480
0.96	0.72	72	115	180	227	288	360	454	576	720	900	1152	1440
1.02	0.70	70	112	175	220	280	350	441	560	700	875	1120	1400

6.2 Bù công suất phản kháng cho máy biến áp

Cảm kháng máy biến áp

> *Nếu thực hiện đo lường ở phía trung thế của máy biến áp, tổn thất công suất phản kháng trong máy biến áp (tùy thuộc vào qui định biểu giá) có thể cần được bù.*

Những vấn đề đã nói ở trên thường liên quan đến các thiết bị mắc shunt, chẳng hạn thiết bị dùng trong tải bình thường và bộ tụ cải thiện hệ số công suất v.v... Lý do là vì các thiết bị được mắc shunt đó đòi hỏi lượng công suất phản kháng lớn nhất trong hệ thống điện. Tuy nhiên các điện kháng mắc nối tiếp như cảm kháng đường dây và điện kháng tản của máy biến áp v.v... cũng tiêu thụ công suất phản kháng.

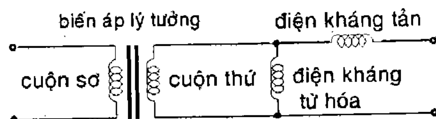


Hình E21. Công suất phản kháng do cuộn dây mắc nối tiếp tiêu thụ.

Nếu thực hiện đo lường ở phía trung thế của máy biến áp, tổn thất công suất phản kháng trong máy biến áp (tùy thuộc vào qui định biểu giá) có thể cần được bù.

Nếu như chỉ xét đến khía cạnh tổn hao công suất phản kháng, có thể sử dụng giản đồ hình E22. Tất cả giá trị điện kháng được tính qui đổi sang phía thứ cấp máy biến áp, trong đó nhánh mắc shunt biểu thị mạch dòng điện từ hóa. Trong điều kiện bình thường, tức với điện áp cuộn sơ cấp không đổi, dòng điện từ hóa giữ giá trị hầu như không thay đổi (khoảng 1,8% dòng điện đầy tải) khi thay đổi từ chế độ không tải đến đầy tải. Do đó, có thể dùng tụ nối shunt với dung lượng cố định ở

phía sơ cấp hoặc thứ cấp để bù tổn thất công suất phản kháng trong máy biến áp.



Hình E22. Mô hình các điện kháng máy biến áp (một pha).

Tiêu thụ công suất phản kháng trong các điện kháng mắc nối tiếp (từ thông tản)

> *Công suất phản kháng tiêu thụ trong máy biến áp không thể bỏ qua và chiếm tỉ lệ tới khoảng 5% công suất định mức máy biến áp khi mang đầy tải. Có thể thực hiện chế độ bù bằng tụ.*
>
> *Trong các máy biến áp, công suất phản kháng được tiêu thụ không những do cảm kháng nhánh shunt (từ hóa) mà còn do cảm kháng nối tiếp (từ thông tản). Chế độ bù hoàn toàn có thể thực hiện bằng bộ tụ hạ áp mắc shunt.*

C.E

Ta sử dụng giản đồ vectơ ở hình E21 để giải thích hiện tượng này. Thành phần dòng điện phản kháng đi qua tải có giá trị bằng $I\sin\varphi$ và do đó công suất phản kháng [kVAr] có giá trị $VI\sin\varphi$.

Thành phần dòng điện phản kháng của nguồn là $I\sin\varphi'$. Do đó, công suất phản kháng của nguồn bằng $EI\sin\varphi'$. Trong đó, đơn vị của V và E tính bằng kV.

Dễ dàng nhận thấy rằng E>V và sinφ' > sinφ. Độ sai biệt giữa $EI\sin\varphi'$ và $VI\sin\varphi$ chính là số kVAr mà cuộn dây X_L tiêu thụ trong mỗi pha. Lượng kVAr này có thể xác định theo hệ thức X_LI^2 (tương tự như cách tính tổn hao công suất của điện trở đường dây [kW] cho bởi hệ thức RI^2 v.v...).

Với một máy biến áp cho trước, từ biểu thức $X_L I^2$, dễ dàng suy ra lượng kVAr tổn thất ở tại giá trị tải bất kỳ cho máy như sau: nếu sử dụng hệ đơn vị tương đối, (thay vì tính theo phần trăm) có thể thực hiện phép nhân trực tiếp của X_L và I.

Ví dụ: một máy biến áp với công suất 630 kVA với điện áp ngắn mạch bằng 4% và đang mang đầy tải. Hãy xác định tổn thất công suất phản kháng [kVAr]?

Tổn thất công suất = $I^2 X_L = 1^2 \times 0{,}04 = 0{,}04$ (vì dòng đầy tải trong hệ đơn vị tương đối I = 1).

Với 1 đơn vị công suất bằng 630 kVA.

Tổn thất kVAr trong cả 3 pha:

$$630 \times 0{,}04 = 25{,}2 \text{ kVAr}$$

Khi tải giảm đi một nửa: I = 0,5 đơn vị.

Tổn hao công suất bằng: $0{,}5^2 \times 0{,}04 = 0{,}01$ đơn vị, tức có giá trị bằng:

$$630 \times 0{,}01 = 6{,}3 \text{ kVAr v.v...}$$

Qua ví dụ này và từ giản đồ vectơ hình E21, ta thấy:

- hệ số công suất phía sơ cấp của máy biến áp mang tải sẽ khác (thường là thấp hơn) so với phía thứ cấp (do máy biến áp tiêu thụ công suất phản kháng);
- tổn hao công suất phản kháng trên điện kháng tản khi biến áp đầy tải sẽ bằng điện kháng máy biến áp tính theo phần trăm (4% điện kháng có nghĩa là tổn thất kVAr bằng 4% giá trị định mức kVA của máy biến áp);
- tổn thất kVAr do điện kháng tản sẽ thay đổi theo bình phương dòng điện (hoặc theo công suất kVA);

- tổng công suất tổn hao kVAr của máy biến áp bằng tổn hao dòng từ hóa (khoảng 1,8% công suất kVA của máy biến áp) cộng thêm tổn hao của "tổn thất do điện kháng tản";

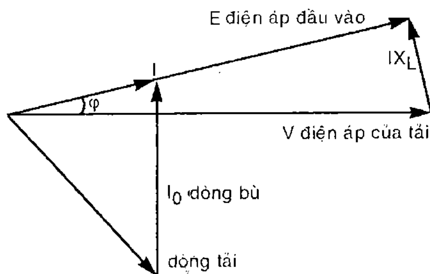
- bảng E24 đưa ra các giá trị tổn hao công suất phản kháng không tải và đầy tải cho các máy biến áp phân phối tiêu biểu.

- về nguyên tắc, điện kháng nối tiếp trong mạch có thể được bù nhờ tụ cố định mắc nối tiếp (thường thấy trong đường dây truyền tải dài cao thế). Tuy nhiên, kiểu này vận hành phức tạp, vì thế, tại mức điện áp liên quan đến quyển sách này, luôn luôn sử dụng biện pháp bù ngang;

- khi thực hiện đo ở phía trung thế, chỉ cần nâng hệ số công suất đến giá trị có công suất phản kháng do tải và máy biến áp tiêu thụ ở dưới mức phải đóng tiền phạt. Mức bù này phụ thuộc vào biểu giá, thường ở mức ứng với tgφ khoảng 0,31 (tức cosφ = 0,955).

C.E

Chú ý rằng tổn thất kVAr trong máy biến áp có thể được bù hoàn toàn bằng cách điều chỉnh bộ tụ sao cho tải có hệ số công suất mang tính dung chút ít. Trong trường hợp này, tất cả công suất kVAr của máy biến áp nhận từ tụ bù, lúc đó tại vị trí đầu vào phía sơ cấp có hệ số công suất bằng 1, như mô tả trên hình E23.



Hình E23. Bù dư cho tải nhằm bù hoàn toàn tổn thất công suất phản kháng của máy biến áp.

Vì thế, trong thực tiễn, bù công suất phản kháng do máy biến áp tiêu thụ được thực hiện qua tụ bù hiệu chỉnh cosφ của tải trong các chế độ bù tập trung, bù nhóm hoặc bù riêng.

Không giống như các thiết bị tiêu thụ kVAr khác, sự tiêu thụ kVAr của máy biến áp (một phần do điện kháng tản) thay đổi nhiều khi tải

thay đổi. Vì thế, nếu áp dụng phương pháp bù riêng cho máy biến áp có thể giả thiết một mức mang tải trung bình cho máy.

Do lượng tiêu thụ kVAr này chỉ chiếm một phần tương đối nhỏ của công suất phản kháng của mạng điện, nên việc bù không phù hợp hầu như không gây ra trở ngại khi tải thay đổi.

Bảng E24 chỉ ra các giá trị tổn thất kVAr đặc trưng cho mạch từ hóa (cột "kVAr không tải"), cũng như tổn thất tổng khi mang đầy tải cho các máy biến áp phân phối ở mức điện áp 20 kV (bao gồm cả tổn thất do điện kháng tản).

Bảng E24. **Mức tiêu thụ công suất phản kháng của các máy biến áp phân phối với điện áp sơ cấp 20 kV**

Công suất định mức (kVAr)	Công suất phản kháng (kVAr) cần bù			
kVA	loại dầu		loại khô	
	không tải	đầy tải	không tải	đầy tải
50	1,5	2,9		
100	2,5	5,9	2,5	8,2
160	3,7	9,6	3,7	12,9
250	5,3	14,7	5,0	19,5
315	6,3	18,3	5,7	24
400	7,6	22,9	6,0	29,4
500	9,5	28,7	7,5	36,8
630	11,3	35,7	8,2	45,2
800	20	66,8	10,4	57,5
1000	24,0	82,6	12,0	71,0
1250	27,5	100,8	15,0	88,8
1600	32,0	125,9	19,2	113,9
2000	38,0	155,3	22,0	140,6
2500	45,0	191,5	30,0	178,2

Chú ý: Đối với máy biến áp 630 kVA, tổn thất kVAr thay đổi từ 11,3 khi không tải cho đến 35,7 kVAr khi đầy tải. Các giá trị cho trong bảng gần đúng với các ví dụ tính toán ở phần trước.

7. BÙ CÔNG SUẤT TẠI ĐẦU VÀO ĐỘNG CƠ CẢM ỨNG

7.1 Vấn đề mắc bộ tụ bù và chỉnh định bảo vệ

Bù công suất riêng lẻ cho từng động cơ sẽ được sử dụng khi công suất động cơ (kVA) lớn so với công suất tính toán của mạng điện.

Các lưu ý chung

Do tiêu thụ công suất kW thấp khi chạy không tải hoặc mang tải nhỏ, hệ số công suất động cơ rất thấp. Thực tế, dòng điện cảm kháng của động cơ hầu như không thay đổi khi tải biến đổi nên các động cơ không mang tải sẽ tiêu thụ công suất phản kháng, gây bất lợi cho mạng điện với những lý do đã nêu trong các mục trước đây.

C.E

Vì vậy, có hai quy tắc chung thường sử dụng là cắt các động cơ không mang tải và không định mức thừa công suất động cơ (bởi vì điều đó sẽ dẫn đến hiện tượng động cơ chạy non tải).

Đấu mạch

Bộ tụ bù nên lắp đặt trực tiếp ở đầu vào của động cơ.

Trường hợp các động cơ đặc biệt

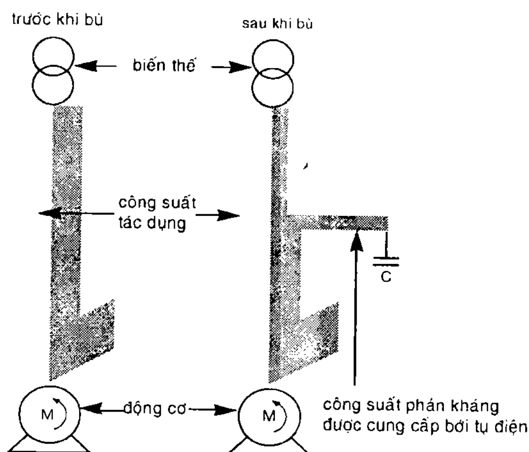
Không nên thực hiện chế độ bù cho các động cơ đặc biệt (như động cơ bước, động cơ thường xuyên vận hành ở chế độ đảo chiều, hãm ngược).

Tác động của việc chỉnh định bảo vệ

Sau khi áp dụng chế độ bù công suất cho động cơ, dòng điện dẫn qua hệ thống động cơ - bộ tụ sẽ thấp hơn trường hợp không bù trước đó, với giả thiết là điều kiện mang tải của động cơ giữ không đổi. Điều này đạt được chính là do phần lớn thành phần cảm của dòng điện động cơ được cung cấp bởi tụ bù, xem minh hoạ hình E25.

Khi thiết bị bảo vệ quá dòng cho động cơ lắp đặt ở phía trước cụm động cơ - tụ bù, giá trị chỉnh định của role quá dòng sẽ giảm đi theo tỉ số qui đổi:

$$\frac{\cos\varphi \text{ trước khi bù}}{\cos\varphi \text{ sau khi bù}}$$



Hình E25. Trước khi bù, máy biến áp cung cấp tất cả công suất phản kháng, sau khi bù, tụ điện sẽ cung cấp phần đáng kể công suất phản kháng.

Trong trường hợp các động cơ được bù theo các giá trị kVAr cho trong bảng E28 (thường chọn theo các giá trị lớn nhất để tránh hiện tượng tự kích đối với các động cơ cảm ứng dạng chuẩn, xem giải thích phần 7.2), thì tỉ số vừa nêu trên sẽ có giá trị tương tự cho chế độ động cơ tương thích trong bảng E26.

Bảng E26. **Hệ số qui đổi hiệu chỉnh cho bảo vệ quá dòng điện sau khi bù công suất**

Tốc độ, vg/ph	Hệ số qui đổi (giảm đi)
750	0,88
1000	0,90
1500	0,91
3000	0,93

7.2 Biện pháp tránh hiện tượng tự kích của động cơ cảm ứng

Khi đấu bộ tụ bù vào các đầu vào của động cơ cảm ứng, cần phải đảm bảo công suất của bộ tụ nhỏ hơn giá trị có thể gây ra hiện tượng tự kích.

Khi động cơ đang mang tải có mômen quán tính lớn, động cơ sẽ tiếp tục quay sau khi cắt nguồn (ngoại trừ trường hợp hãm nhanh theo tính toán).

Hiện tượng "quán tính từ" của mạch điện rôto giải thích rằng sức điện động sẽ xuất hiện trong các cuộn dây stato trong một thời gian ngắn sau khi cắt nguồn, và chúng thường giảm dần dần đến giá trị 0 sau thời gian 1 hoặc 2 chu kỳ - cho trường hợp động cơ không được bù.

Tuy nhiên, bộ tụ bù tạo nên một hệ thống tải 3 pha "vô công" đối với sức điện động tắt dần vừa nêu, do đó tạo ra dòng điện dung dẫn qua các cuộn stato. Các dòng điện stato tạo nên từ trường quay trong rôto theo cùng trục và cùng hướng với từ trường đang giảm dần của stato.

C.E

Hệ quả: từ thông rôto và dòng điện stato tăng lên. Điện áp tại đầu cực động cơ tăng lên đôi khi đạt đến giá trị rất lớn gây nguy hiểm. Hiện tượng này được gọi là hiện tượng tự kích và là một trong các nguyên nhân làm cho các máy phát điện xoay chiều thường không hoạt động với tải mang tính dung bởi vì ở đó tồn tại khả năng tự kích không thể điều khiển được.

Chú ý:

1. Đặc tính của động cơ bị kéo bởi quán tính của tải không hoàn toàn trùng với đặc tính không tải của động cơ. Tuy nhiên, sự đồng nhất các đặc tính này có kết quả gần chính xác trong áp dụng thực tế.

2. Khi động cơ hoạt động ở chế độ máy phát, các dòng điện trong mạch chủ yếu mang tính phản kháng, vì thế tác động hãm lên động cơ chủ yếu do bộ phận quạt làm mát trong động cơ.

3. Dòng điện (chậm pha gần bằng 90^0) do nguồn cung cấp trong điều kiện động cơ chạy không tải và dòng điện (nhanh pha gần 90^0) cấp cho tụ điện bởi động cơ đang hoạt động ở chế độ máy

phát đều có cùng mối quan hệ lệch pha với điện áp đặt vào động cơ. Do đó, các đường biểu diễn đặc tính của chúng có thể vẽ trùng nhau trên đồ thị.

Để tránh hiện tượng tự kích mô tả ở trên, giá trị công suất định mức cho các tụ (kVAr) phải nằm trong giới hạn cực đại cho phép sau đây:

$$Q_C \leq 0{,}9 I_0 . U_n . \sqrt{3}$$

Với I_0 là dòng không tải của động cơ và U_n là điện áp dây định mức của động cơ [kV]. Các giá trị tính toán gần đúng của Q_c theo qui tắc này được cho trong bảng E28.

Ví dụ:

Động cơ với tham số 75 kW, 3000 vg/ph, 400 V, 3 pha có thể lắp đặt tụ bù với dung lượng tối đa cho trong bảng E28 bằng 17 kVAr. Nói chung dung lượng bù cho trong bảng có giá trị nhỏ nên không thể bù đạt giá trị cosφ yêu cầu. Tuy vậy, có thể thực hiện bù thêm vào hệ thống, ví dụ bù tập trung có thể áp dụng cho một số phụ tải nhỏ hơn.

Trường hợp động cơ/ tải có mômen quán tính lớn

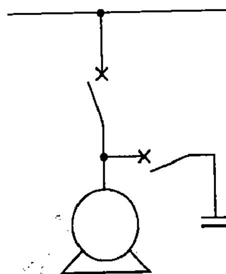
Trong bất kỳ mạng điện nào có chứa cơ cấu tải được kéo bởi động cơ mômen quán tính lớn thì CB hoặc côngtăctơ điều khiển động cơ đó phải tác động nhanh khi có sự cố mất điện.

Nếu không chú ý đến điều này, hiện tượng tự kích dẫn đến quá điện áp có khả năng xảy ra, bởi vì khi đó tất cả các bộ tụ bù trong mạng điện sẽ mắc song song với động cơ có mômen quán tính lớn.

Vì thế, hệ thống bảo vệ động cơ cần có thêm rơle bảo vệ quá điện áp cùng với các tiếp điểm kiểm soát hiện tượng đảo chiều năng lượng (động cơ sẽ cấp nguồn cho các phần tử khác của mạng điện cho đến khi toàn bộ năng lượng quán tính tích luỹ của nó tiêu tán hết).

Không nên sử dụng rơle bảo vệ thấp áp ở đây, bởi vì điện áp không những duy trì mà còn tăng lên lập tức sau khi có sự cố mất điện.

Nếu dung lượng tụ đi kèm với động cơ mômen quán tính lớn có giá trị lớn hơn giá trị trong bảng E28, thì bộ tụ cần được trang bị CB hoặc côngtăctơ riêng. Các thiết bị này sẽ tác động phối hợp với các CB chính hoặc côngtăctơ chính điều khiển của động cơ theo hình E27.



Hình E27. Mắc tụ vào động cơ.

Thông thường, việc đóng côngtăctơ chính sẽ phụ thuộc vào trạng thái côngtăctơ của bộ tụ đã đóng trước đó hay chưa.

C.E

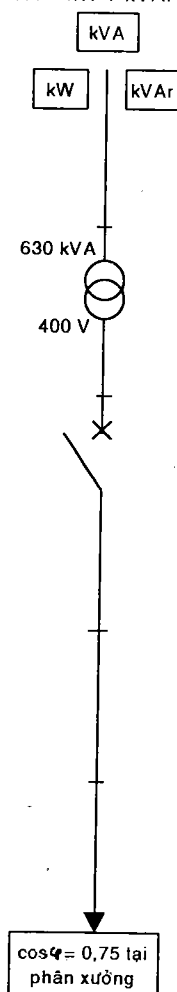
Bảng E28. **Dung lượng bù tối đa tại đầu vào động cơ không gây ra hiện tượng tự kích**

Động cơ 3 pha 230/400V

Công suất định mức		kVAr lắp đặt			
		vận tốc,vòng /phút			
kW	Hp	3000	1500	1000	750
22	30	6	8	9	10
30	40	7,5	10	11	12,5
37	50	9	11	12,5	16
45	60	11	13	14	17
55	75	13	17	18	21
75	100	17	22	25	28
90	125	20	25	27	30
110	150	24	29	33	37
132	180	31	36	38	43
160	218	35	41	44	52
200	274	43	47	53	61
250	340	52	57	63	71
280	380	57	63	70	79
355	482	67	76	86	98
400	544	78	82	97	106
450	610	87	93	107	117

Chú ý: Có thể tính toán chính xác dung lượng tụ bù cho động cơ đặc biệt khi biết " dòng không tải" hoặc công suất kVAr " từ hóa khi không tải".

8. Ví dụ một mạng điện trước và sau khi bù công suất



Mạng điện trước khi bù

- kVArh phải trả tiền khi vượt mức nhu cầu đăng ký
- công suất biểu kiến kVA lớn hơn nhiều so với nhu cầu công suất kW
- dòng điện vượt trội gây ra tổn thất (kWh) mà nó phải được thanh toán
- mạng điện phải được định mức thừa

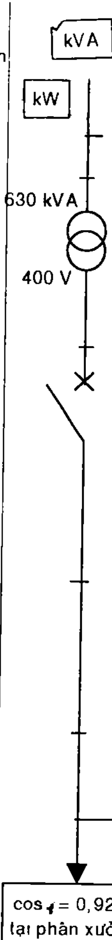
Đặc tính mạng cung cấp
500 kW cosφ = 0,75
- máy biến áp bị quá tải
- nhu cầu công suất là:
S = P/cosφ = 500/0,75 =
= 665kVA
S - công suất biểu kiến

Dòng điện đổ vào mạng phía sau của CB:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi} = 960A$$

Tổn hao trong dây cáp được tính theo hàm bình phương dòng điện: $(960)^2$
$P = I^2R$

cosφ = 0,75
Công suất phản kháng được cung cấp từ máy biến áp và dẫn qua mạng dây dẫn
Máy biến áp, CB và dây cáp phải được định mức thừa
cosφ = 0,75 tại phân xưởng



Mạng điện sau khi bù

+ Sự tiêu thụ kVArh được:
- loại trừ, hoặc
- giảm xuống theo giá trị cosφ yêu cầu
+ Tiền phạt
- theo công suất phản kháng
- hoặc đi vào hoá đơn tổng cho một số quốc gia

Đặc tính của mạng cung cấp
500kW cosφ = 0,928
- máy biến áp không còn bị quá tải;
- nhu cầu công suất là: 539kV
- máy biến áp có thể chất tải thêm 14%

Dòng điện dẫn qua CB là 778 A

Tổn hao trong dây cáp được giảm xuống bằng $(778/960)^2$= 65% giá trị trước đó, vì thế có hiệu quả kinh tế tiêu thụ điện (kWh)

cosφ = 0,928
Công suất phản kháng được cấp bởi bộ tụ
Dung lượng tụ bằng 250 kVAr được điều khiển tự động theo 5 bậc, mỗi bậc 50 kVAr
cosφ = 0,928 tại phân xưởng

Hình E29. So sánh kinh tế - kỹ thuật của mạng điện trước và sau khi hiệu chỉnh hệ số công suất.

Chú ý: Thực tế, cosφ tại phân xưởng giữ ở mức 0,75 nhưng cosφ tại các vị trí khác trong mạng điện nằm phía trước vị trí tụ bù đến thanh cái hạ áp của máy biến áp có giá trị 0,928. Như đã đề cập đến trong mục 6.2, hệ số công suất ở phía sơ cấp máy biến áp sẽ thấp hơn do tổn thất công suất phản kháng trong máy.

9. ẢNH HƯỞNG CỦA SÓNG HÀI ĐẾN ĐỊNH MỨC DUNG LƯỢNG BÙ

9.1 Các vấn đề do các sóng hài trong hệ thống điện gây ra

Trong những năm gần đây, các thiết bị điện tử (như bộ điều chỉnh tốc độ động cơ, các bộ chỉnh lưu điều khiển, v.v...) đã gây ra nhiều vấn đề liên quan đến các sóng hài trong hệ thống cung cấp điện.

Các sóng hài xuất hiện từ thời kỳ đầu của phát triển công nghiệp, chủ yếu do cảm kháng từ hóa phi tuyến của máy biến áp, các cuộn kháng, các ballast đèn huỳnh quang, v.v...

Các sóng hài trong hệ thống 3 pha đối xứng nói chung (*) có bậc lẻ như bậc 3, 5, 7, 9 ... và biên độ của chúng giảm dần khi bậc của chúng tăng lên.

Với nhiều biện pháp khác nhau, người ta vận dụng những tính chất này để giảm một số sóng hài đến giá trị nhỏ không đáng kể - việc khử bỏ hoàn toàn chúng tất nhiên không thể thực hiện được. Trong phần này, chúng ta sẽ giới thiệu một số biện pháp thực tiễn dùng để giảm ảnh hưởng của sóng hài, trong đó đặc biệt xem xét đến các bộ tụ điện.

Các tụ điện thường rất nhạy với các sóng hài của nguồn cung cấp do dung kháng của tụ giảm khi tần số tăng lên. Trong thực tế, điều này có nghĩa là chỉ một giá trị nhỏ của sóng hài điện áp có thể tạo nên giá trị dòng điện lớn đi qua mạch chứa tụ.

Sự hiện diện các thành phần sóng hài làm méo dạng điện áp hoặc dòng điện khác với dạng cơ bản của nó (thường là dạng sin); hàm lượng sóng hài càng nhiều, mức độ méo dạng càng lớn.

(*) Hiện nay, với sự ra đời của các thiết bị điện tử công suất và các linh kiện phi tuyến, người ta còn xem xét đến các sóng hài bậc chẵn.

Nếu tần số dao động riêng của hệ thống tụ bù - cảm kháng mạng điện đạt giá trị gần bằng với một sóng hài riêng biệt nào đó, hiện tượng cộng hưởng riêng sẽ xảy ra và điện áp và dòng điện của sóng hài liên quan sẽ được khuyếch đại lên.

Trong trường hợp đặc biệt này, dòng điện đạt giá trị cao làm nóng quá mức tụ điện, làm giảm chất lượng điện môi với hệ quả kéo theo là sự cố hỏng tụ.

Một số biện pháp giải quyết vấn đề trên có thể thực hiện, mục đích chủ yếu của các biện pháp này nhằm vào việc giảm độ méo dạng của phần điện áp nguồn cung cấp, giữa thiết bị gây ra méo dạng và các bộ tụ bù có liên quan. Thông thường, người ta mắc shunt bộ lọc sóng hài hoặc/và cuộn kháng hạn chế sóng hài vào mạch.

9.2 Các biện pháp giải quyết thực tế

Khi thiết kế có xét đến sóng hài, các tụ điện sẽ được định mức dư và mắc nối tiếp với cuộn kháng hạn chế sóng hài.

Hạn chế tác động các sóng hài

Sự hiện diện của các sóng hài trong điện áp nguồn làm cho dòng điện qua tụ có giá trị cao khác thường. Do đó, khi thiết kế lấy trị hiệu dụng dòng tụ bằng 1,3 lần dòng danh định.

Tất cả các phần tử khác mắc nối tiếp trong mạch, ví dụ dây nối, cầu chì, thiết bị đóng ngắt v.v... dùng kèm theo tụ cũng phải được thiết kế dư trong khoảng 1,3 đến 1,5 lần giá trị danh định.

Sự méo dạng điện áp thường chứa dạng sóng "đỉnh", trong đó giá trị đỉnh của sóng sin chuẩn sẽ tăng lên. Tình trạng này cùng với các điều kiện quá điện áp khác do hiện tượng cộng hưởng (xem phần mô tả tiếp theo sau) được xét đến để tăng mức cách điện ở trên mức của tụ "chuẩn".

Trong nhiều trường hợp, hai biện pháp khắc phục vừa nêu trên đủ làm cho hệ thống hoạt động tốt.

Hạn chế hiện tượng cộng hưởng

Các tụ điện là các thiết bị mang tính dung tuyến tính, và do đó chúng không tạo nên sóng hài. Tuy nhiên, việc lắp đặt các tụ điện vào trong hệ thống điện (với tổng trở mang tính cảm) có thể gây nên hiện tượng cộng hưởng hoàn toàn hoặc cộng hưởng riêng với một trong số các sóng hài.

Bậc sóng hài - viết tắt là ho (harmonic order) của cộng hưởng tần số tự nhiên giữa cảm kháng hệ thống điện và bộ tụ là:

$$\sqrt{\frac{S_{sc}}{Q}}$$

C.E

Với S_{sc} - công suất ngắn mạch của hệ thống tại vị trí đấu tụ tính bằng kVA. Q - công suất định mức của tụ tính bằng kVAr. ho - bậc sóng hài tần số riêng fo (fo/50 cho tần số 50 Hz hoặc fo/60 đối với lưới điện 60 Hz).

Chẳng hạn: khi $\sqrt{\frac{S_{sc}}{Q}}$ cho giá trị ho = 2,93 có nghĩa là tần số riêng của bộ tụ điện - cảm kháng hệ thống điện gần bằng tần số hài bậc 3 của hệ thống điện.

Do ho = fo/50, ta suy ra: fo = 50.ho = 50.2,93 = 146,5 Hz.

Tần số riêng càng gần tới tần số của một sóng hài nào đó của hệ thống thì ảnh hưởng bất lợi càng lớn. Trong thí dụ vừa nêu, điều kiện cộng hưởng với thành phần sóng hài bậc 3 của một sóng biến dạng chắc chắn xảy ra.

Trong những trường hợp như vậy, cần tiến hành các biện pháp để thay đổi tần số riêng đến một giá trị mà nó không thể cộng hưởng với bất cứ thành phần sóng hài nào hiện diện trong hệ thống. Điều này

được thực hiện bằng cách thêm vào cuộn cảm triệt sóng hài mắc nối tiếp với bộ tụ điện.

Đối với hệ thống 50 Hz, các cuộn kháng nêu trên được điều chỉnh sao cho tần số cộng hưởng của hệ thống tụ điện- cuộn dây dịch chuyển đến 190 Hz. Đối với hệ thống lưới điện 60 Hz, tần số cộng hưởng cần chỉnh đến 228 Hz,

Các tần số này tương ứng với giá trị của bậc sóng hài ho bằng 3,8 đối với hệ thống lưới 50 Hz, tức nằm khoảng giữa các sóng hài bậc 3 và bậc 5 của lưới.

Với kiểu bố trí này, sự có mặt của cuộn kháng sẽ làm tăng dòng điện tần số cơ bản (tần số 50 Hz hoặc 60 Hz) lên một lượng nhỏ (khoảng 7 - 8%) và do đó điện áp đặt trên tụ cũng theo tỉ lệ tương ứng. Tính chất này được xem xét, ví dụ, khi sử dụng tụ thiết kế ở điện áp 440V cho hệ thống lưới 400 V.

9.3 Chọn phương án tối ưu

Việc lựa chọn thực hiện theo các tham số sau:

- G_h - công suất tổng của các thiết bị gây nên sóng hài tính bằng kVA (các bộ biến đổi bán dẫn, bộ nghịch lưu, các bộ điều chỉnh tốc độ động cơ, v.v...) được mắc vào vị trí thanh cái có đấu tụ bù.

Nếu một số thiết bị này chỉ có số liệu định mức công suất theo kW, ta giả thiết hệ số công suất trung bình của chúng là 0,7. Từ đó, tính toán công suất kVA.

- S_{sc} là công suất ngắn mạch 3 pha tại vị trí đấu tụ tính bằng kVA;
- S_n là công suất tổng của tất cả máy biến áp cung cấp nguồn cho thanh cái đang xét.

Nếu các máy biến áp hoạt động song song thì khi cắt một hoặc vài máy biến áp, giá trị của S_{sc} và S_n sẽ thay đổi nhiều.

Từ các tham số trên, việc chọn lựa thông số kỹ thuật của tụ theo hướng dẫn cho trong bảng dưới đây sẽ đảm bảo sự vận hành có thể chấp nhận được của hệ thống điện áp và dòng điện có chứa sóng hài.

Bảng E30. Chọn biện pháp hạn chế sóng hài liên quan đến tụ hạ áp

Tụ mắc phía hạ áp của máy biến áp **Qui tắc chung áp dụng với công suất bất kỳ của máy biến áp**			
$G_h \le S_{sc}/120$	$S_{sc}/120 \le G_h \le S_{sc}/70$	$G_h \le S_{sc}/70$	
Tụ chuẩn	Điện áp định mức của tụ tăng lên 10% (ngoại trừ loại 230V)	Điện áp định mức của tụ tăng lên 10%+ cuộn kháng triệt sóng hài	
Qui tắc đơn giản khi công suất máy biến áp $S_n \le 2$ MVA			
$G_h \le 0{,}15S_n$	$0{,}15S_n < G_h \le 0{,}25S_n$	$0{,}25S_n < G_h \le 0{,}60S_n$	$G_h > 0{,}60S_n$
Tụ chuẩn	Điện áp định mức của tụ tăng thêm 10% (ngoại trừ loại 230V)	Điện áp định mức của tụ tăng lên 10% + cuộn kháng triệt sóng hài	Mạch lọc

Ví dụ:

Ta dẫn ra 3 trường hợp tương ứng với các tình huống cần lắp đặt tụ chuẩn, tụ định mức dư và tụ định mức dư kèm theo cuộn kháng triệt sóng hài.

Ví dụ 1:

Máy biến áp công suất 500 kVA có điện áp ngắn mạch 4%.

Tổng công suất của các thiết bị gây nên sóng hài G_h = 50 kVA:

$$S_{sc} = 500.\frac{100}{4} = 12500\ \text{kVA}$$

$$\frac{S_{sc}}{120} = \frac{12500}{120} = 104$$

$$G_h = 50 \le \frac{S_{sc}}{120}$$

Biện pháp: sử dụng tụ chuẩn.

Ví dụ 2:

Máy biến áp công suất 1000 kVA có điện áp ngắn mạch 6%.

Tổng công suất các thiết bị gây nên sóng hài G_h = 220 kVA

$$S_{sc} = 1000.\frac{100}{6} = 16667 \text{ kVA}$$

$$\frac{S_{sc}}{120} = \frac{16667}{120} = 139$$

$$\frac{S_{sc}}{70} = \frac{16667}{70} = 238$$

G_h = 220 nằm giữa các giá trị $\frac{S_{sc}}{120}$ và $\frac{S_{sc}}{70}$

Biện pháp: sử dụng tụ định mức dư (440V).

Ví dụ 3:

Máy biến áp công suất 630 kVA có điện áp ngắn mạch 4%.

Tổng công suất các thiết bị gây nên sóng hài G_h = 250 kVA.

$$S_{sc} = 630.\frac{100}{4} = 15750 \text{ kVA}$$

$$\frac{S_{sc}}{70} = \frac{15750}{70} = 225$$

$$G_h = 250 > \frac{S_{sc}}{70}$$

Biện pháp: sử dụng tụ định mức dư (440V) và các cuộn kháng triệt sóng hài.

9.4 Các ảnh hưởng của tụ bù lên hệ thống điện

Tương tác giữa các thiết bị tạo sóng hài và các tụ bù không được gây nên sự méo dạng quá mức về điện áp và dòng điện của hệ thống cung cấp điện.

Các nhà cung cấp điện thường thiết lập giá trị giới hạn của độ méo dạng toàn phần cho phép gây ra bởi sóng hài (THD - Total Harmonic Distortion) tại vị trí cung cấp nguồn điện cho khách hàng.

Độ méo dạng đo bằng tỉ số giữa trị hiệu dụng của tất cả các sóng hài bậc cao và trị hiệu dụng của sóng hài cơ bản (50 Hz hoặc 60 Hz). Đối với trường hợp phụ tải hạ áp lấy điện từ máy biến áp, độ méo dạng điện áp cho phép đạt đến trị tối đa 4% hoặc 5% tại đầu ra hạ áp của máy biến áp.

Nếu trị tới hạn THD không đạt được, cần sử dụng mạch lọc hạ áp nối tiếp L-C. Các mạch lọc này được mắc shunt và được điều chỉnh đến trạng thái cộng hưởng với các sóng hài trong hệ thống.

C.E

Một cách ngẫu nhiên các mạch lọc mắc kiểu này lại có lợi cho vấn đề bù công suất trong mạng điện.

10. CÁC VẤN ĐỀ BỔ SUNG LIÊN QUAN ĐẾN TỤ BÙ

10.1 Tụ điện

Công nghệ:

Tụ điện là một khối dạng khô (nghĩa là không bị ngâm trong điện môi lỏng) gồm lớp màng tự phục hồi kết dính polypropylen tráng kim loại thành một tấm hai lớp.

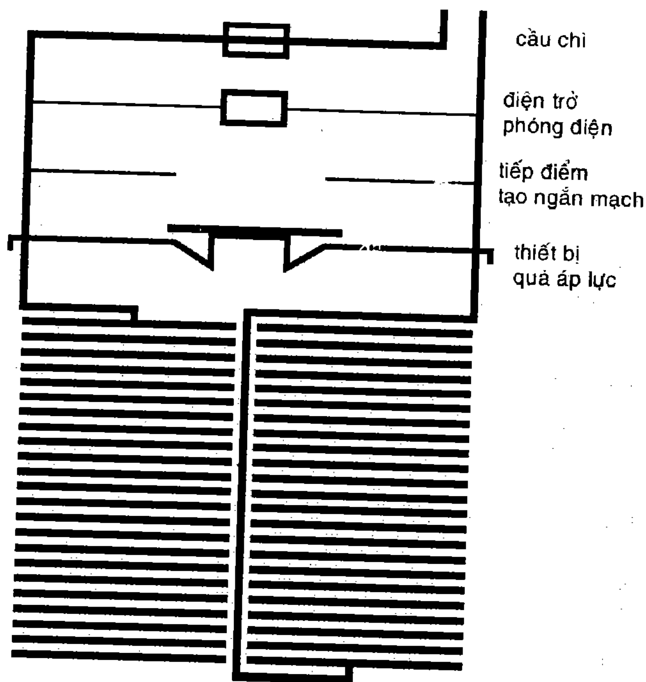
Tụ điện được bảo vệ hoàn hảo (sử dụng phần tử bảo vệ chống áp lực quá cao kết hợp với cầu chì HPC), cho phép ngắt tụ khi xảy ra sự cố bên trong.

Sơ đồ bảo vệ tụ hoạt động như sau:

- một sự ngắn mạch qua điện môi sẽ làm chảy cầu chì;
- dòng điện đạt giá trị lớn hơn mức bình thường nhưng chưa đủ làm chảy cầu chì do xuất hiện dòng nhỏ trong lớp màng điện

môi. Các "sự cố" đó thường bị bịt kín lại do tác dụng nhiệt bởi dòng rò. Lúc đó, ta nói tụ " tự phục hồi". Nếu dòng điện rò duy trì tiếp tục, sự cố trên có thể phát triển dẫn đến hiện tượng ngắn mạch và làm chảy cầu chì;

chất khí xuất hiện do hiện tượng bốc hơi kim loại tại điểm có sự cố sẽ dần dần làm tăng áp lực bên trong vỏ và kết quả là một linh kiện nhạy với áp suất sẽ tác động tạo nên ngắn mạch làm cho cầu chì bị đứt. Tụ điện chế tạo từ vật liệu chứa hai lớp cách điện, vì thế tụ không cần nối đất.



Hình E31. Mặt cắt một phần tử của tụ.

Các đặc tính về điện			
Các tiêu chuẩn		IEC831, NF C 54-104, VDE 0560, CSA standard, UL tests	
Phạm vi hoạt động	Áp định mức	400V	
	Tần số định mức	50Hz	
Độ sai lệch điện dung		0 - +5%	
Phạm vi nhiệt độ	Nhiệt độ max	55°C	
	Nhiệt độ trung bình trong 24 h	45°C	
	Nhiệt độ trung bình năm	35°C	
	Nhiệt độ min	-25°C	
Mức độ cách điện		50Hz khả năng chịu điện áp 6kV trong 1 ph Khả năng chịu xung áp 1,2/50μS: 25kV	
Quá dòng cho phép		Mức chuẩn	Mức H
		30%	50%
Quá áp cho phép		10%	20%
Mức tiêu thụ dòng	Nguồn 400V-50Hz	2A/kVAr	2,2A/kVAr
	Nguồn 230V-50Hz	3,5A/kVAr	

10.2 Chọn mạch bảo vệ, mạch điều khiển và cáp nối

Định kích cỡ các phần tử

Do có sự tồn tại các thành phần sóng hài dòng điện và khả năng sai số của linh kiện được sản xuất, các linh kiện phải được chọn theo dòng 1,5 giá trị định mức.

Chọn dây cáp, mạch bảo vệ và điều khiển phụ thuộc vào dòng tải.

Đối với tụ, dòng điện là hàm phụ thuộc vào:

- điện áp và các thành phần sóng hài đi kèm;
- điện dung.

Ký hiệu I_n là dòng định mức của tụ và Q là dung lượng kVAr, U_n là điện áp dây của hệ thống nguồn 3 pha tính bằng kV, dòng điện định mức tụ cho theo hệ thức:

$$I_n = \frac{Q}{\sqrt{3}.U_n} [A]$$

Khi xét đến phạm vi hoạt động của hài cơ bản điện áp cộng với các sóng hài bậc cao, sai số về giá trị điện dung thực tế sản xuất (so với giá trị cho trong sổ tay tra cứu) có thể dẫn đến việc tăng dòng điện lên khoảng 50% so với giá trị tính toán. Trong đó, phần tăng khoảng 30% là do tăng điện áp và khoảng 15% tăng lên do sai số sản xuất. Do đó, giá trị chọn sẽ là: 1,3 x 1,15 = $1,5I_n$.

Vì vậy, tất cả các bộ phận tải dòng điện của tụ phải chọn tương thích với điều kiện làm việc xấu nhất này và trong điều kiện nhiệt độ môi trường cực đại 50°C.

Trong trường hợp nhiệt độ cao hơn (> 50°C) xảy ra bên trong tụ, cần đánh giá lại dung lượng tụ.

Bảo vệ

Tại thời điểm đóng tụ, giá trị dòng điện chỉ bị giới hạn qua các tổng trở của mạng điện phía trước nó. Vì thế các giá trị đỉnh của dòng sẽ xảy ra trong thời gian ngắn và nhanh chóng giảm đến giá trị dòng điện vận hành bình thường.

Tuy nhiên, hiện tượng quá dòng quá độ này thường là một hiện tượng tần số cao cộng chồng thêm vào dạng sóng dòng điện 50Hz (hoặc 60 Hz).

Đỉnh đầu tiên của dòng quá độ tần số cao này hoặc (trong một số trường hợp) dòng 1 chiều (*) sẽ đạt biên độ lớn nhất. Giá trị lớn nhất xảy ra khi thực hiện nạp điện cho tụ chưa tích điện và đóng tụ vào thời điểm điện áp nguồn đạt giá trị đỉnh.

(*) Thông thường, các trị đỉnh của dòng 1 chiều bé hơn đỉnh nhọn đầu tiên của dòng điện tần số cao.

Lúc đó, dòng điện đỉnh lớn nhất tần số cao xác định theo hệ thức:

$$I_p = U\sqrt{\frac{2C}{3L_o}} \quad [A]$$

Với U là điện áp dây tính bằng Volt, C là điện dung tính bằng Farad, L là độ tự cảm của cảm kháng hệ thống tính bằng Henry (bỏ qua điện trở nguồn).

Tần số f_o của sóng dòng điện quá độ là:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_o.C}} \quad [Hz]$$

Đối với bộ tụ đơn, độ lớn L_o chủ yếu do dây cáp và máy biến áp đặt phía trước tạo nên.

C.E

Trong trường hợp các bộ tụ được đóng tự động theo bậc, khi các tụ chưa tích điện được đóng, các bộ tụ đang trong chế độ hoạt động đã tích điện sẽ phóng điện vào các tụ mới đóng. Dòng điện khởi động quá độ từ các tụ đã nạp sẽ đạt tới trị đỉnh ban đầu:

$$I'_p = U.\sqrt{\frac{2C}{3L}\frac{n}{n+1}} \quad [A]$$

với L là điện cảm dây cáp mắc nối tiếp với mỗi tụ, n là số bậc tụ đã được đóng điện trước khi đóng công tắc, C là điện dung của một nhóm tụ trong một bậc (tất cả các bậc có độ lớn như nhau).

Tần số f'_o của dòng điện sinh ra trong các tụ đã đóng là:

$$f'_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad [Hz]$$

Dòng điện khi đóng là tổng gồm hai thành phần: dòng điện từ hệ thống và dòng từ các bộ tụ đã nạp điện trước đây.

Thông thường, tần số của hai thành phần dòng điện này không bằng nhau.

Giá trị đỉnh của dòng điện quá độ này không được phép vượt quá 100 lần dòng điện định mức của các tụ trong một bậc (IEC 831-1). Dòng điện đỉnh cực đại xảy ra khi thực hiện đóng điện cho bậc cuối cùng.

Đôi khi, do nhu cầu giới hạn dòng điện đỉnh quá độ, người ta mắc nối tiếp cuộn dây nhỏ, lúc đó, cần tham khảo ý kiến của nhà sản xuất tụ.

Để tránh không làm các CB tác động ngoài ý muốn trong khi thực hiện đóng điện cho tụ, các phần tử của rơle tác động tức thời bảo vệ quá dòng điện, nếu cần thiết sẽ được chỉnh định ở mức cao thích hợp.

Chú ý: Định mức khả năng cắt dòng ngắn mạch phải phù hợp mức dòng ngắn mạch tại điểm mắc tụ.

Tiết diện dây dẫn

Như đã đề cập trước đây, định mức dòng điện cho dây cáp phải bằng 1,5 lần dòng điện định mức dẫn qua bộ tụ đang khảo sát.

Phần H1.2 của chương H có hướng dẫn cụ thể việc chọn dây cáp hoặc các loại dây dẫn khác dựa theo đặc tính dây, phương pháp lắp đặt và nhiệt độ môi trường, v.v...

Quá độ điện áp

Quá trình quá độ điện áp tần số cao thường xuất hiện cùng với quá trình quá độ dòng điện tần số cao. Đỉnh lớn nhất của điện áp (với giả thiết bỏ qua các sóng hài xác lập) không bao giờ vượt quá hai lần giá trị đỉnh của điện áp định mức khi thực hiện đóng tụ chưa tích điện vào mạng điện.

Tuy nhiên, trong trường hợp tụ đã nạp điện sẵn vào thời điểm đóng tụ, điện áp quá độ có thể đạt đến giá trị cực đại bằng 3 lần giá trị đỉnh định mức.

Khả năng nêu trên chỉ xảy ra nếu:

- điện áp tồn tại trên tụ bằng giá trị đỉnh của điện áp định mức, và
- các tiếp điểm của công tắc đóng vào thời điểm áp nguồn đạt giá trị đỉnh, và
- cực của điện áp nguồn ngược dấu với cực của điện áp tụ được nạp điện. Trong điều kiện như vậy, dòng quá độ sẽ có khả năng đạt giá trị lớn nhất, tức là bằng 2 lần giá trị cực đại so với trường hợp đóng điện vào tụ chưa được tích điện, như đã nói ở phần trước.

C.E

Trong các điều kiện khác về biên độ và cực của điện áp trên tụ đã nạp, giá trị đỉnh quá độ của điện áp và dòng điện sẽ có giá trị nhỏ hơn các giá trị cực đại nêu trên.

Trong trường hợp khi điện áp đỉnh trên tụ có cùng cực với điện áp nguồn và đóng tụ tại thời điểm điện áp nguồn đạt giá trị đỉnh, hiện tượng quá độ điện áp và dòng điện sẽ không xảy ra.

Vì vậy, ở những vị trí cần thực hiện đóng tụ tự động theo từng bậc, phải đảm bảo sao cho việc đóng tụ được thực hiện trong điều kiện tụ đã xả điện hoàn toàn.

Nếu cần rút ngắn thời gian trễ của quá trình xả tụ, có thể sử dụng điện trở phóng với giá trị nhỏ.

CHƯƠNG F

PHÂN PHỐI TRONG MẠNG HẠ ÁP

1. KHÁI QUÁT

1.1. Các mạch phân phối hạ thế chính

Trong hệ thống điện hạ thế tiêu biểu, các mạch phân phối bắt nguồn từ một tủ phân phối chính (MGDB). Từ đó dây cáp được đặt trong các đường, máng cáp đủ loại để cấp điện cho các tủ khu vực hoặc các tủ phụ.

C.F

Sự sắp xếp các nhóm dây dẫn có bọc cách điện và cố định chúng cũng như vấn đề bảo vệ tránh các hư hỏng cơ học, đảm bảo quy cách thẩm mỹ, là cơ sở của việc lắp đặt hệ thống điện.

Sắp xếp các mạch

Việc tạo ra các mạch độc lập cho các phần khác nhau trong hệ thống điện cho phép:

- hạn chế hậu quả trong trường hợp bị sự cố trên mạch điện;
- đơn giản hóa việc xác định một mạch hỏng hóc ;
- việc bảo trì cũng như mở rộng mạch có thể thực hiện mà không ảnh hưởng tới phần còn lại của hệ thống điện.

Các mạch điện được phân thành nhiều loại, mỗi loại cần một mạch, một nhóm mạch hay trong một số trường hợp, một số loại cáp đặc biệt (ví dụ như mạch báo cháy và bảo vệ).

Nói chung tồn tại các nhóm mạch sau:

- các mạch chiếu sáng (nơi xảy ra phần lớn hư hỏng về cách điện);
- các mạch cho ổ cắm;
- các mạch sưởi ấm và điều hòa không khí;
- các mạch động lực cho truyền động điện;
- các mạch cung cấp điện cho thiết bị phụ trợ (hiển thị và điều khiển);
- các mạch trong hệ thống an toàn (chiếu sáng sự cố, chống cháy và nguồn điện liên tục (UPS) cho mạng máy tính, v.v...), nơi đòi hỏi tuân thủ các qui định nhà nước nghiêm ngặt và các qui tắc thực tiễn khác.

Chương này mô tả các nguyên tắc sắp xếp phổ biến của mạng phân phối hạ thế.

Mạng phân phối dạng phân nhánh hình tia

Thông thường ở các nước, phổ biến nhất là các mạch phân phối phân nhánh hình tia trong đó kích cỡ dây dẫn giảm dần tại mỗi điểm phân nhánh.

Đối với các mạch ổ cắm, một số nước áp dụng tiêu chuẩn mạch vòng, trong đó kích cỡ dây dẫn như nhau tại mọi điểm. Dây dẫn thường được kéo trong ống hay các mương dẫn lắp ghép.

Mạch phân phối này rất thông dụng và phổ biến.

Ưu điểm

Chỉ một mạch nhánh bị cô lập trong trường hợp sự cố (bằng cầu chì hay MCCB). Việc xác định sự cố cũng được đơn giản hóa. Bảo trì hay mở rộng hệ thống điện vẫn cho phép phần còn lại hoạt động bình

thường. Kích thước dây dẫn có thể chọn phù hợp với mức dòng giảm dần cho tới cuối mạch.

Khuyết điểm

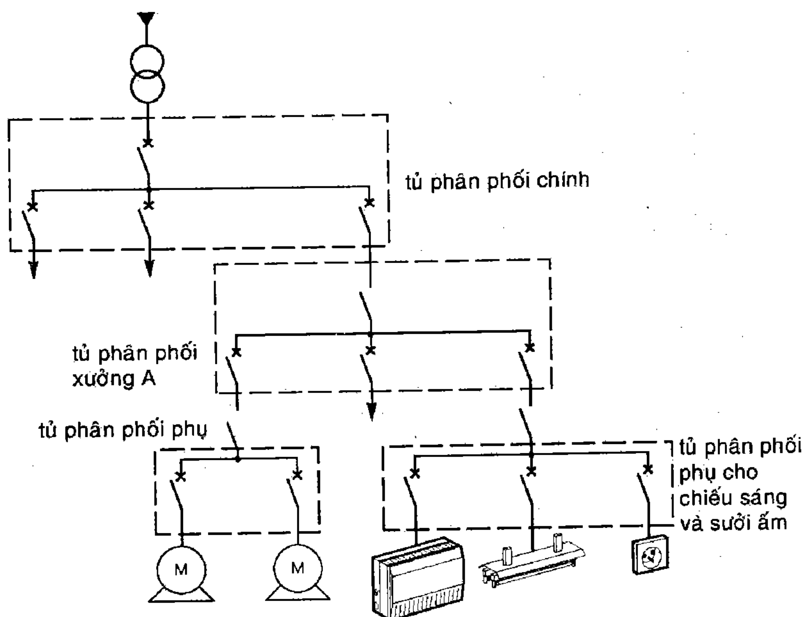
Sự cố xảy ra ở một trong các đường cáp từ tủ điện chính sẽ cắt tất cả các mạch và tủ điện phía sau.

Cách đi dây thông thường (hình F1) được dùng trong các tòa nhà như: nhà ở, khách sạn, hoạt động nông nghiệp, trường học, v.v...

Ưu điểm

Không hạn chế không gian cho đường, máng, ống dẫn cáp, v.v...

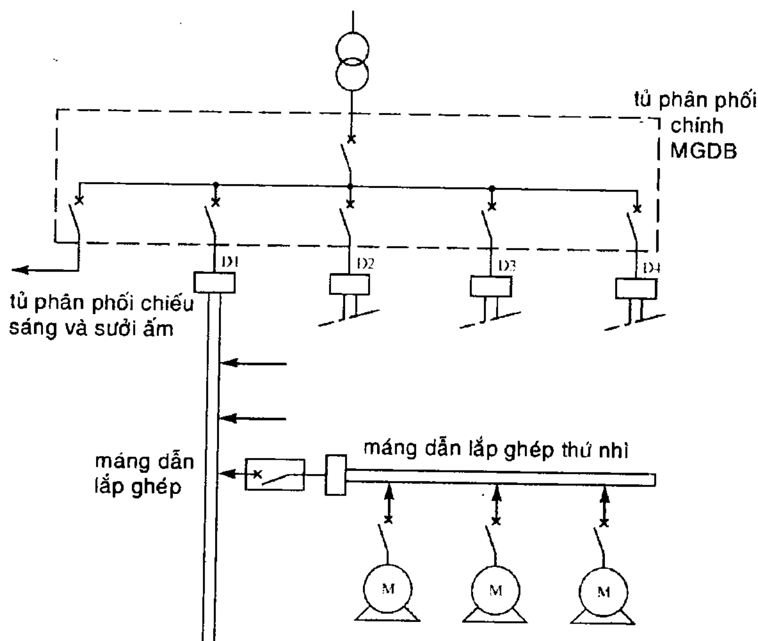
C.F



Hình F1. Mạng phân nhánh hình tia với cách đi dây thông thường ở 3 mức.

Sử dụng các bộ dẫn điện kiểu lắp ghép ở mức phân phối thứ hai (hình F2) cho các hệ thống điện công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp.

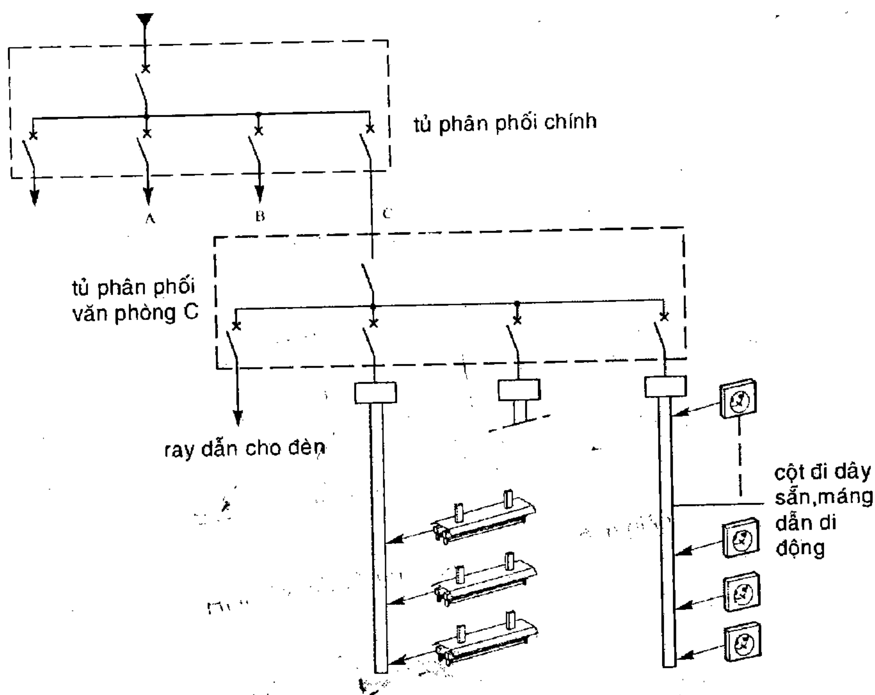
Ưu điểm là dễ dàng lắp đặt trong các khu vực rộng không vách ngăn, dễ khai thác.



Hình F2. Hệ thống điện phân nhánh hình tia dùng máng dẫn lắp ghép ở mức phân phối thứ nhì.

Sử dụng ray dẫn lắp ghép và mạch đi dây sẵn ở mức cuối lưới (hình F3) cho văn phòng, phòng thí nghiệm.

Ưu điểm là đảm bảo mỹ thuật, dễ dùng ở nơi vách ngăn có thể thay đổi theo yêu cầu của khách hàng, dễ sử dụng.



C.E

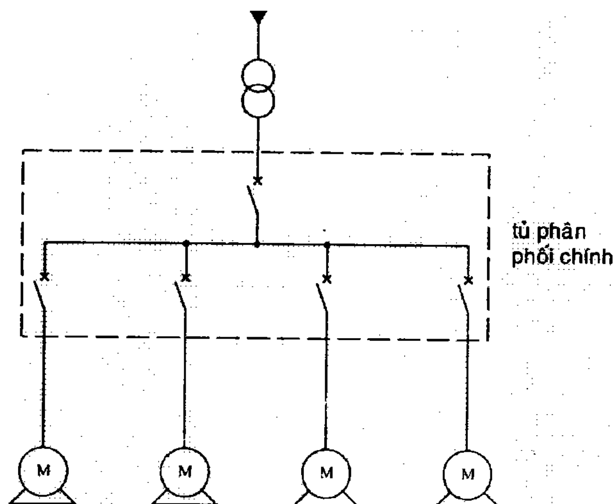
Hình F3. Hệ thống điện phân nhánh hình tia dùng ray dẫn lắp ghép và mạch đi dây sẵn ở cuối lưới.

Mạch phân phối hình tia không phân nhánh

Mạch này được dùng để điều khiển tập trung lưới hay cho một quy trình đặc biệt, điều khiển, bảo trì và giám sát hệ thống.

Ưu điểm: một sự cố (trừ trên thanh cái) sẽ cô lập một mạch mà thôi.

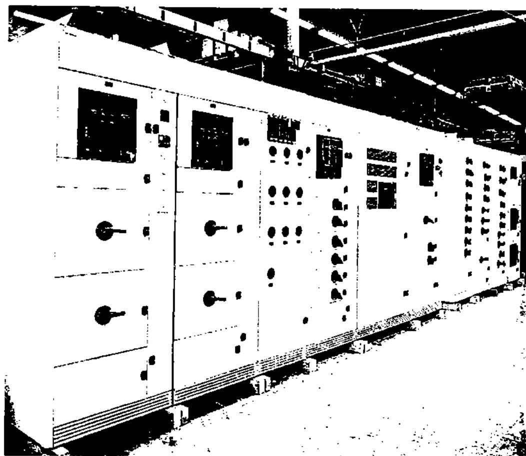
Khuyết điểm: tốn nhiều dây dẫn cho một số lượng lớn mạch. Đặc biệt tuyến bảo vệ phải ở mức cao (gần với của nguồn).



Hình F4. Mạch phân phối hình tia đơn giản.

1.2. Tủ phân phối hạ thế chính

Điểm khởi đầu cho thiết kế của một hệ thống điện và cho sự sắp đặt của các tủ phân phối chính cũng như phụ là việc phân tải theo vị trí, được chỉ ra trên bản vẽ mặt bằng.



Hình F5. Tủ phân phối hạ thế chính.

Trạm điện, trạm máy phát, và tủ phân phối hạ thế chính, vì lý

do kỹ thuật cũng như kinh tế, nên được đặt càng gần tâm tải càng tốt. Tuy nhiên, nhiều yếu tố khác cần được cân nhắc, đặc biệt là sự đồng ý của sở điện lực liên quan đến trạm điện, và việc xây dựng cơ bản. Thực vậy, thường tủ phân phối chính có thể đặt tại tâm tải, còn trạm phải đặt gần đường dây cung cấp điện.

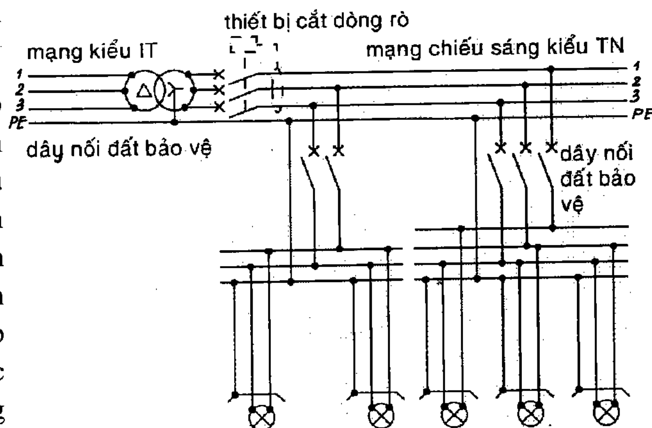
1.3 Chuyển tiếp từ sơ đồ IT tới sơ đồ TN

Các hệ thống điện hạ áp lớn thường có hai cấp điện áp:

- một cấp là 380V, 400V hay 415V (hay ngoại lệ 480V) cho các mạch động lực, chủ yếu là các động cơ;
- cấp thứ hai là 220V, 230V hoặc 240V (hay ngoại lệ 277V) cho mạch đèn và ổ cắm.

Cấp điện áp đầu dùng điện áp pha-pha của hệ ba pha và cấp điện áp thứ hai tương ứng với điện áp pha-trung tính. Thường trong nhà máy và một số bệnh viện, hệ thống điện chỉ gồm các dây ba pha, nối mạch theo sơ đồ IT (xem chương G, mục 6).

Để cung cấp điện áp thấp hơn cho mạch chiếu sáng, v.v... mà vẫn duy trì các ưu điểm của sơ đồ IT, cần dùng các biến áp hạ/hạ, (tam giác /sao) như trong hình F6.



Hình F6. Dùng biến áp hạ /hạ để cung cấp hệ 3 pha 3 dây sơ đồ TN từ hệ 3 pha 3 dây sơ đồ IT

Ghi chú: trong mạch đấu hình tam giác này cần phải duy trì cân bằng tải ở cả ba pha.

Bằng cách này:

- có thể dùng mạng cung cấp 3 pha 3 dây ở phía thứ cấp của biến áp hạ /hạ với điện áp pha-pha 220V, 230V hay 240V;
- tất cả các tải được nối pha - pha (xem ghi chú);
- các sự cố trong mạng kiểu TN sẽ được máy cắt cô lập nhanh chóng và các ưu điểm của mạng kiểu IT vẫn được duy trì.

2. CÁC NGUỒN CUNG CẤP DỰ PHÒNG QUAN TRỌNG

Để đạt tính năng hoạt động cao nhất của nhà máy, cần đảm bảo độ tin cậy và chất lượng cung cấp điện.

2.1. Tính liên tục cung cấp điện

Mức độ liên tục của điện nguồn được bảo đảm nhờ: sự phân chia hệ thống điện; dùng nhiều nguồn khác nhau (ví dụ như nối mạch dạng vòng); cấp điện dự phòng tự động tại chỗ cho các bộ phận quan trọng; chia nhỏ các mạch; chọn sơ đồ nối đất (IT, TT, TN, v.v...) và việc sử dụng các thiết bị bảo vệ chọn lọc.

Sự phân chia lưới điện và dự trù các nguồn điện dự phòng

Việc cấp điện trung thế theo dạng mạch vòng, và (nếu tải lắp đặt cho phép chi phí thêm này) hai hay nhiều biến áp trung /hạ, cùng với sự liên kết các tủ phân phối hạ thế chính là cách phổ biến nhất đảm bảo tính liên tục cấp điện cao. Việc sử dụng nhiều biến áp cho phép tách các tải có khả năng gây nhiễu cho các mạch khác, ví dụ như:

- các hệ máy tính vốn nhạy với biến đổi điện áp (cao hay thấp) và sự biến dạng sóng (sóng hài);
- các mạch tạo ra sóng hài, như đèn phóng điện, các bộ biến đổi điện (chỉnh lưu điều khiển dùng thyristor, nghịch lưu, bộ điều khiển tốc độ động cơ, v.v...);

- các mạch tạo biến đổi áp lớn như các động cơ lớn, lò hồ quang, v.v...

Các tải này hoặc tải có đặc tính tương tự, tức là tải dễ bị nhiễu, và các tải tạo ra nhiễu, nên được kết nối thông qua các biến áp riêng. Bằng cách này điểm nối chung được di chuyển từ thanh cái hạ áp sang trung áp, nơi ảnh hưởng qua lại giữa các nhóm tải bị giảm đi. Trong một số trường hợp, các ảnh hưởng này có thể còn bị loại trừ, đó là trường hợp các sóng hài bậc ba và bội số của ba (*). Trong trường hợp biến áp phân phối đấu tam giác /sao, các dòng hài bậc ba ở phía thứ cấp không xuất hiện ở phía sơ cấp (chúng chỉ luân chuyển trong các cuộn dây mắc tam giác) và do đó không ảnh hưởng sang các biến áp lân cận.

(*) Các sóng hài bậc ba theo thứ tự pha zero trong mạch ba pha cân bằng, và cần lưu ý tới hành vi đặc biệt của chúng trong các biến áp tam giác - sao.

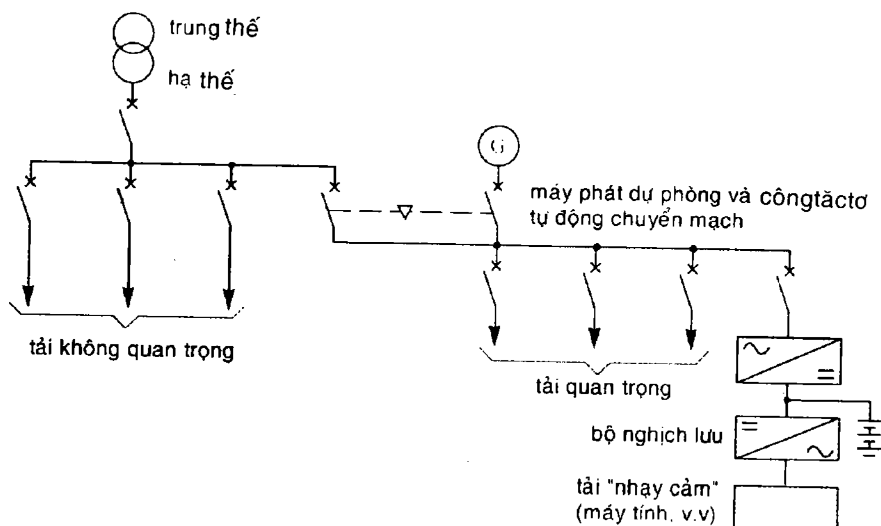
Hơn nữa bất kỳ sóng hài bậc ba nào ở phần sơ cấp (ví dụ như từ các tải trung thế mắc trực tiếp) sẽ không xuất hiện ở phía hạ thế ở biến áp kiểu này. Đôi khi tách tải qua biến áp kiểu này được gọi là "decoupling".

Dự trù các nguồn điện dự phòng

Ví dụ như: hai trạm trung /hạ riêng rẽ, nhà máy điện riêng, máy phát diesel, thiết bị lưu điện cung cấp liên tục (UPS).

Chia nhỏ các mạch

Các mạch được chia thành các nhóm theo mức độ quan trọng. Nói chung, hai nhóm, thường được gọi là tải "quan trọng" và "không quan trọng", được tách ra và nuôi từ thanh cái khác nhau.



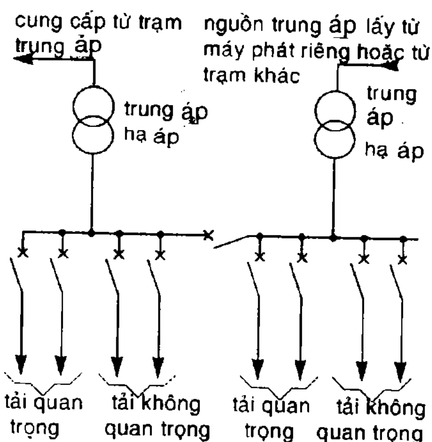
Hình F7. Minh họa một mạch chuyển đổi tự động cấp điện cho tủ phân phối của tải "quan trọng".

Một nhóm các tải "quan trọng", cụ thể là thiết bị máy tính và công nghệ thông tin, đòi hỏi tính liên tục cao nhất, mức điện áp ổn định, chất lượng điện áp cao. Các yêu cầu này được UPS đáp ứng.

Chọn hệ thống nối đất

Khi nhu cầu nguồn điện liên tục là cấp thiết, ví dụ như quy trình sản xuất liên tục, phòng mổ bệnh viện, v.v..., người ta thường dùng sơ đồ nối đất kiểu IT (*).

(*) Chương F mục 4.5 sẽ trình bày kỹ hơn về các sơ đồ nối đất.



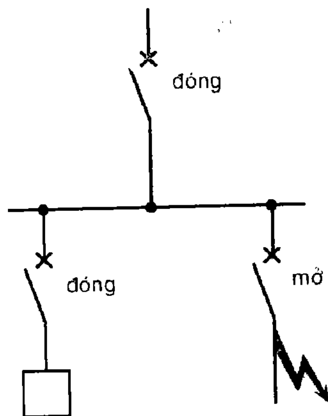
Hình F8. Ví dụ của hệ cung cấp trung áp dự phòng.

Sơ đồ này cho phép hệ thống hoạt động liên tục và an toàn nếu có sự cố chạm đất (vốn là sự cố cách điện phổ biến). Việc cắt điện để tìm chỗ hỏng và sửa chữa có thể được thực hiện sau, vào lúc thuận tiện (ví dụ như vào cuối quy trình sản xuất). Tuy nhiên sự cố chạm đất điểm thứ hai (nếu xảy ra trên một pha khác hay trên dây trung tính) sẽ gây ngắn mạch và làm rơle quá dòng ngắt mạch.

Phối hợp bảo vệ của rơle hoặc cầu chì

Mục tiêu chính của bất kỳ mạch bảo vệ tự động chống hư hỏng cách điện, quá tải, v.v... là tác động CB hay làm đứt cầu chì đang bảo vệ mạch có sự cố, mà không ảnh hưởng đến các máy cắt và cầu chì khác. Trong lưới phân nhánh hình tia đó là CB hay cầu chì gần nhất phía trước chỗ sự cố. Lúc đó tất cả các tải phía sau sẽ mất điện. Dòng ngắn mạch (hay quá tải) thường sẽ đi qua một (vài CB) hay cầu chì ở phía trước thiết bị bảo vệ chỗ có sự cố. Từ "chọn lọc" ở đây có nghĩa là không có thiết bị bảo vệ phía trước nào hoạt động trước thiết bị kiểm soát trực tiếp chỗ có sự cố. Nói chung, sự chọn lọc được thực hiện nhờ tăng dần thời gian hoạt động của các rơle trong mạng về phía nguồn. Bằng cách này nếu rơle gần chỗ sự cố nhất không tác động, rơle nằm gần nhất trước đó sẽ tác động với thời gian trễ hơn.

C.F



Hình F9. Nguyên tắc bảo vệ chọn lọc.

2.2 Chất lượng điện năng

Các nhiễu trong mạng truyền tải có tính liên tục hoặc tạm thời. Xét về mặt thiết kế và hoạt động của mạng, các dạng nhiễu quan trọng nhất là:

- *sụt áp quá mức (15 - 90% của Un, kéo dài từ nửa chu kỳ tới 1s) và các đỉnh của điện áp ở tần số bình thường;*
- *dao động áp, nghĩa là sự trồi sụt áp hơn 10% do các máy hàn, máy photocopy, v.v...;*
- *quá điện áp;*
- *các sóng hài, đặc biệt là bậc lẻ (3, 5, ...);*
- *- các hiện tượng cao tần.*

Sụt áp

Hậu quả do sụt áp gây ra và phụ thuộc vào loại thiết bị. Một vài biện pháp khắc phục là:

- *tự động cắt và đóng tải;*
- *dùng UPS;*
- *dùng động cơ mômen lớn;*
- *dùng đèn không bị ảnh hưởng của sụt áp tức thời v.v...*

Các loại sụt áp:

Tùy theo thời gian kéo dài sụt áp, nguyên nhân sụt áp có thể là :

- dưới 0,1 s: sự cố ngắn mạch xảy ra trong mạng hạ áp và được cô lập bằng thiết bị bảo vệ (rơle, cầu chì,...). Kiểu sụt áp này rất phổ biến cho các lưới "chuẩn", tức là ngược với các lưới gần khu công nghiệp lớn, nơi thường xuyên có các nhiễu lớn;
- từ 0,1 → 0,5 s, phần lớn là do sự cố lưới trung áp;

- trên 0,5 s: xảy ra ở mạng điện nông thôn nơi thường sử dụng các máy cắt tự đóng lại. Thường sẽ có vài sụt áp liên tiếp trước khi sự cố được loại trừ hoàn toàn. Những lý do khác bao gồm việc khởi động các động cơ điện trong khu vực (còi hụ báo cháy từ trạm trung tâm có thể gây các sụt áp liên tục trong mạng điện hạ áp lân cận). Các động cơ thang máy cũng gây ảnh hưởng cho các hộ tiêu thụ lân cận.

Hậu quả và giải pháp:

Dưới đây là một số hậu quả của sụt áp:

- tùy vào mức độ nghiêm trọng của sụt áp và loại tải trong hệ thống điện, có thể có sóng dòng lớn khi phục hồi điện áp và làm cho CB tổng tác động. Một giải pháp có thể thực thi là dùng sơ đồ cắt tải tự động và đóng lại. Sơ đồ này áp dụng khi dòng khởi động lại lớn, như đèn dây tóc và thiết bị nhiệt kiểu điện trở;

- ở những chỗ có máy tính, sụt áp là không thể chấp nhận được, cần dùng mạch ổn áp và giải pháp hữu hiệu nhất là dùng UPS;

- với động cơ điện, sự giảm tốc khi sụt áp (do mômen quay tỉ lệ với U^2) có nghĩa là sức điện động cảm ứng của động cơ lệch pha với điện áp nguồn phục hồi. Điều này gây ra (ít hay nhiều là tùy thuộc vào mức độ lệch pha) điều kiện tương tự như ngắn mạch đi cùng với việc tăng đáng kể dòng điện. Trong một số trường hợp mômen quá độ quá lớn có thể xảy ra làm tổn hại trục quay và bộ ly hợp v.v...

Giải pháp thông dụng là lắp đặt các động cơ quán tính cao và mômen khởi động lớn nếu tải cho phép.

Một số loại đèn phóng điện (đặc biệt đèn cao áp thủy ngân) dùng trong chiếu sáng công cộng sẽ tắt nếu điện áp giảm quá mức cho phép và đòi hỏi vài phút (để nguội đi) trước khi sáng lại. Trong trường hợp này cần sử dụng những loại đèn khác nhau hoặc những loại đèn không tắt, đủ để duy trì mức độ chiếu sáng an toàn.

Quá áp

Các hậu quả của quá áp có thể tránh được bằng các biện pháp sau:

+ đối với quá áp ở tần số của hệ thống:

- đảm bảo khả năng chịu được quá áp cho thiết bị;

- dùng các thiết bị hạn chế điện áp nếu cần theo một sơ đồ phối hợp cách điện đúng. Các thiết bị này luôn luôn cần thiết cho các sơ đồ nối đất IT.

+ đối với quá áp tạm thời (thường có dạng xung):

- dùng chống sét;

- phối hợp cách điện đúng.

Các dạng quá áp

Quá áp được phân biệt theo nguồn gốc của chúng. *Quá áp do sét đánh*: được coi là có nguồn gốc từ khí quyển. Các dạng quá áp này ảnh hưởng đến dây trên không của lưới truyền tải và phân phối, thiết bị trạm ngoài trời, tủ điện và máy biến áp... được nối trực tiếp vào các trạm lộ thiên. Tần số của những lần quá áp liên quan đến mức dông sét của khu vực và loại mạng điện (thí dụ cáp ngầm hay dây trên không).

Mức dông sét được định nghĩa là số ngày trong năm mà ta nghe được tiếng sấm.

Quá áp do vận hành: đóng mở ở điện áp cao có thể tạo ra quá áp tương tự như quá áp khí quyển. Trong mạng hạ thế khi cầu chì bị đứt cũng có thể gây ra những quá áp tương đối nghiêm trọng. Trong lưới trung, cao thế, quá áp này có thể được khắc phục bằng bộ chống sét.

Quá áp trong mạng hạ thế do sự cố trên phần trung thế. Ví dụ: sự cố xuất hiện giữa các cuộn sơ cấp và thứ cấp biến áp hay dây trung thế tiếp xúc với dây trời hạ thế. Hoặc do dòng chạm đất hay là phóng điện sét đi qua mạch tiếp đất chung cho cả hạ và trung thế ở trạm.

Các phương pháp phòng chống quá áp được mô tả trong chương C, mục 3.1.

Hệ quả và cách giải quyết

Tất cả các nhà máy và thiết bị phải chịu được một mức quá áp cơ bản. Các động cơ điện rất có thể bị hư hỏng cách điện cuộn dây trong trường hợp quá áp cao tần. Trong khi đó, các mạng máy tính thiết bị điện tử liên quan thường có nguồn điện riêng, không những đảm bảo mức điện áp ổn định chất lượng cao mà còn cô lập các mạch điện tránh các loại quá áp. Trong các lưới điện công nghiệp, bảo vệ chống quá áp được coi là thành công nếu tất cả các thiết bị đã được thí nghiệm để kiểm tra khả năng chịu đựng quá áp tần số thường. Các biện pháp miêu tả dưới đây được thực hiện để chống lại quá áp cao tần và những hiện tượng quá áp không chu kỳ (unidirectional).

1. Thí nghiệm ở tần số thường: điện áp kiểm tra điện môi tại tần số thường cho vật liệu hạ thế là 2 U + 1000 V trong 1 phút (hoặc gần như vậy, ủy ban IEC vẫn đang thảo luận vấn đề này).

C.F

Sơ đồ IT phải có thiết bị hạn chế áp giữa điểm trung tính của biến áp nguồn và đất để bảo vệ quá áp tần số công nghiệp và sóng quá áp cảm ứng.

2. Các biện pháp chống lại quá áp dạng xung: ngoài khả năng chịu xung áp của vật liệu cách điện, các biện pháp này còn phụ thuộc vào việc sử dụng chống sét van ở điểm đầu của lưới cùng với các thiết bị chống quá áp tại những điểm nhạy của hệ thống (ví dụ như tại nơi đấu nối của những động cơ lớn). Những sơ đồ như vậy cần được nghiên cứu kỹ lưỡng và tốt nhất nên được thực hiện với các nhà sản xuất có liên quan.

Đối với hệ thống điện hạ thế, việc chuyển các xung quá áp qua các điện dung giữa cuộn dây của biến áp giảm đáng kể mức độ nghiêm trọng của quá áp phần hạ thế so với phần trung thế. Các biến áp với tiếp địa riêng biệt của các cuộn sơ và thứ cũng có thể được sử dụng như một phương pháp tuy đắt, nhưng có hiệu quả để xử trí vấn đề này.

Khả năng chịu điện áp xung của vật liệu cách điện: trong thí nghiệm ta sử dụng xung sét tiêu chuẩn có dạng trong hình F11 đặc trưng bởi các giá trị 1,2/50 μs. Hai giá trị này (tính bằng μs) chỉ ra khoảng thời gian để xung đạt giá trị đỉnh từ thời điểm khởi đầu (tức là 1,2 μs) và thời gian xung giảm xuống còn 50% giá trị đỉnh (50 μs). Những giá trị này được gọi là thời gian "đầu sóng" và "thời gian sóng".

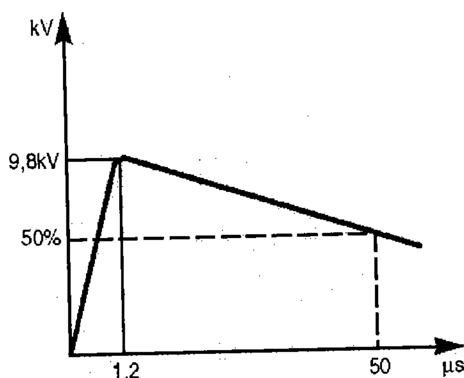
Giá trị đỉnh được ký hiệu bằng U_{imp}.

Các dạng xung thí nghiệm khác, đặc biệt để biểu diễn quá áp khi đóng ngắt thường được dùng trong những mục đích thí nghiệm, nhưng những thí nghiệm này chỉ dùng cho các trị điện áp rất cao ngoài phạm vi sử dụng cho lưới phân phối. Bảng F10 chỉ ra những giá trị cực đại của đỉnh quá áp có thể xảy ra tại những điểm khác nhau cho một mạng điện tiêu biểu.

Bảng F10. Mức quá điện áp quá độ có thể có ở các điểm khác nhau của một lưới điển hình

Điện áp định mức của lưới	Cấp phân phối		
	Tủ phân phối chính	Tủ phân phối khu vực	Mạch cuối
230 /400V	6kV	4kV	2,5kV
400 /690V	8kV	6kV	4kV

Ghi chú: những vật liệu được thí nghiệm theo tiêu chuẩn IEC có khả năng chịu xung 123% của các giá trị trong bảng F10 (cho độ cao 0 – 2000 m).



Hình F11. Xung áp chuẩn 1,2 /50µs.

Với các thiết bị đóng cắt công nghiệp, các mức chỉ ra trong bảng F12 được trích ra từ văn bản IEC 947. Trong nhiều thí nghiệm xung áp không được để đánh thủng cách điện giữa các pha giữa các tiếp điểm hở hay giữa đất và pha.

Bảng F12 cũng bao gồm thí nghiệm cho tủ điện với mặt trước cách điện loại II, nhưng có tay cầm để vận hành. Điều này tăng độ an toàn cho người vận hành.

C.F

Ghi chú: Các máy cắt Compact và Masterpact (sản phẩm của Merlin Gerin) đều có đặc điểm mặt trước cách điện loại II.

Bảng F12. Các mức xung áp của máy cắt với U_{imp} = 8kV

Xung áp	Giá trị của xung áp		
	Máy cắt	Máy cắt/dao cách ly	Máy cắt/dao cách ly + cách điện mức II ở mặt trước
Giữa các pha	9,8kV	9,8kV	9,8kV
Ở hai đầu máy cắt hở	9,8kV	12,3kV	12,3kV
Giữa pha và đất	9,8kV	9,8kV	14,7kV

Sử dụng chống sét là rất cần thiết (ở một số nước là bắt buộc), ở nơi có đường dây hạ thế ngoài trời và mức dông sét là 25 hoặc hơn. Nếu thiết bị nhạy với các hiện tượng quá áp nên dùng chống sét bất kể mức dông sét là bao nhiêu.

Chống sét thường đặt ở mỗi đầu của đường dây hạ thế, thường ở cột điện đầu tiên sau máy biến áp và trên cột nơi tải nối vào đường dây. Bằng cách sắp xếp này, điện áp sẽ không vượt quá 3 - 4,5 kV, đầu sóng bị chặt tại mức này. Điện áp chịu đựng của thiết bị hạ thế thường được tiêu chuẩn hóa ở 6 kV đối với xung 1,2 /50 µs, và như thế, thiết bị tuân theo các tiêu chuẩn này được bảo vệ thích đáng.

Giả sử dây trung tính và bộ chống sét được nối vào cùng cọc tiếp địa, dòng điện phóng qua chống sét sẽ nâng thế của dây trung tính, nhiều hay ít tùy theo điện trở của các cọc tiếp địa được nối với nó. Thế này sẽ được chuyển đến các dây pha của hệ thống điện, như được miêu tả trong chương C, mục 3.1.

Nếu cọc tiếp địa của lưới điện nằm ngoài vùng ảnh hưởng của điện cực chống sét, nên dùng sơ đồ nối đất kiểu TT. Nếu không, cần dùng mạng TN-C-S mặc dù sẽ đắt tiền hơn hợp sơ đồ nối đất kiểu lồng đẳng thế.

Hài điện áp và dòng

Hệ quả bất lợi do hài điện áp và dòng điện sinh ra có thể được giảm thiểu nhờ:

+ các phần tử lưới phải được định quá cỡ (như tụ điện):

- tăng mức cách điện;

- tăng khả năng tải dòng.

+ cần cô lập nguồn sóng hài bằng biến áp trung / hạ riêng

+ dùng bộ lọc sóng hài

Hài điện áp và dòng

Các nguồn sóng hài chính là:

- các máy và thiết bị điện từ như: cuộn dây có lõi sắt, biến áp (dòng từ hóa), động cơ và máy phát, v.v..., và các hệ quả của tương tác phi tuyến giữa dòng và từ thông được sinh ra do dòng trong vật liệu sắt

từ. Đặc tính phi tuyến này tạo ra các sóng hài bậc lẻ (chủ yếu bậc ba) cùng với một số sóng hài từ máy điện, vốn liên quan đến các rãnh quấn dây trong mạch từ;

- các mạng máy tính

- các đèn phóng điện và ballast (cả hai đều có tính phi tuyến cao);

- các loại biến đổi ba pha (nghịch lưu, điều khiển tốc độ cho động cơ, chỉnh lưu, v.v...) tùy thuộc vào các kỹ thuật điều khiển thyristor và chặt dòng. Sóng hài phát sinh tùy theo chức năng, nhưng chủ yếu là sóng bậc 5 và 7, và có cả bậc 2 (không giống với các nguồn sắt từ);

- các lò hồ quang sinh ra một phổ liên tục của các nhiễu bất kỳ. Nếu hồ quang là một chiều, cung cấp qua chỉnh lưu tĩnh dùng thyristor, nhiễu ngẫu nhiên có biên độ thấp hơn giá trị trung bình và sóng hài sinh ra do chỉnh lưu là tương đối lớn.

C.F

Hệ quả

Sóng hài gây ra các hậu quả sau:

+cần tăng kích cỡ một số linh kiện của mạng và hệ thống

- tăng kích cỡ dây dẫn;
- tăng kích cỡ dây trung tính (của hệ 3 pha 4 dây), đặc biệt cho đèn phóng điện hay đèn huỳnh quang; ví dụ như 33% của sóng hài bậc ba trong dòng pha gây ra 100% sóng hài bậc ba trong dây trung tính (bởi vì dòng hài bậc 3 có thứ tự pha 0 trong hệ 3 pha và được cộng số học lại với nhau);
- tăng kích thước máy phát điện (ví dụ: máy phát diesel). Nên tham khảo ý kiến của nhà sản xuất chỉnh lưu tĩnh 1 pha và nghịch lưu để được hướng dẫn thêm. Giá trị của điện kháng siêu quá độ máy phát và loại tải cũng là các thông số quan trọng;
- tăng kích cỡ biến áp;
- tăng kích cỡ các bộ tụ.

+ làm nóng các mạch từ của động cơ;

+ khả năng cộng hưởng giữa dung kháng và cảm kháng của hệ thống (cộng hưởng sắt từ) hoặc giữa các bộ tụ và tổng trở nguồn (có tính cảm nhiều hơn).

Đối với trường hợp sau nhà sản xuất bộ tụ nên hướng dẫn lắp đặt các bộ lọc thích hợp.

Giải pháp

Nói chung một hệ thống điện không thể cho phép một số lượng lớn sóng hài, thường không được quá giới hạn 5%.

Để giảm lượng sóng hài trong lưới xuống mức cho phép, cần:

+ dùng biến áp hạ/hạ mắc kiểu tam giác / sao để cô lập sóng bậc 3 và bội số lẻ của 3;

+ đặt các bộ lọc. Có 2 dạng bộ lọc:

- mắc shunt, cộng hưởng nối tiếp: rất hiệu quả đối với một sóng hài cố định (ví dụ bậc 5) và được dùng với các bộ lọc khác để lọc các sóng hài một cách chọn lọc vì chúng tạo ngắn mạch cho đối với các sóng hài đó;
- mắc bộ lọc cản: kém hiệu quả hơn, nhưng lọc được giải tần rộng hơn. Loại bộ lọc này được mô tả trong phụ lục E1;
- cuộn kháng mắc nối tiếp với bộ tụ: thiết bị này được mô tả trong phụ lục F1.

Sự tương hợp điện từ (EMC)

Những tác hại của kết nối mạch gần nhau qua tổng trở hoặc điện cảm ở tần số hệ thống (với các sóng hài và nhiễu tần số cao xếp chồng) cùng với các sóng điện từ bức xạ tần số cao có thể được giảm thiểu nhờ:

- chọn các vật liệu thích hợp;

- nghiên cứu chuyên sâu.

Chủ đề này liên quan đến các loại kết mạch, bằng tổng trở chung hay cảm kháng (điện hoặc từ) tại tần số cơ bản và các tần số hài, cùng với các sóng một hướng và cao tần, và các sóng điện từ bức xạ gây ra do hoạt động bình thường (đóng cắt) và không bình thường (sự cố, sét đánh v.v..)

Đặc điểm chung của tất cả các hiện tượng cảm ứng là các trường điện, từ hay trường điện từ do bức xạ sinh ra các sức điện động trong môi trường dẫn điện trên đường đi của chúng.

Những điểm khác nhau là:

- các trường điện hay từ tại tần số công nghiệp và các sóng hài của chúng chỉ xuất hiện gần nguồn mà không lan toả đi xa, ví dụ dây dẫn điện tích (điện trường) hay dây dẫn điện (từ trường). Hơn nữa, cường độ trường trong cả hai trường hợp tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách từ dây dẫn (ngoại trừ trong phạm vi rất gần dây dẫn, nó tỉ lệ nghịch với khoảng cách mũ 3) có nghĩa là phạm vi ảnh hưởng giảm nhanh khi đi xa dây dẫn;

C.F

- năng lượng rời khỏi dây dẫn dưới dạng sóng điện từ tùy thuộc vào gia tốc của điện tử. Đó là lý do tại sao khi mở đèn, bức xạ phát ra do gia tốc đầu của điện tử có thể được nghe thấy trong radio (dòng quá độ khi đóng cắt). Tất cả các nhiễu trên hệ thống mà làm điện tử tăng tốc dạng dao động hay không dao động đều tạo nên sóng bức xạ từ dây dẫn và lan truyền vào không gian.

Tần số càng cao, gia tốc điện tử càng lớn, sóng phát ra càng mạnh. Cường độ trường của sóng lan truyền tỉ lệ nghịch với khoảng cách từ dây dẫn, điều đó có nghĩa là phạm vi ảnh hưởng của nó lớn hơn nhiều so với trường điện hay từ nói ở trên.

- một điểm khác nhau giữa các trường hợp trên là trường điện không bức xạ sẽ mạnh hơn nhiều từ trường liên quan, ví dụ như trong mạch điện cao thế tổng trở lớn (dòng điện nhỏ), và ngược lại, trong mạch hạ thế tổng trở thấp (dòng điện lớn);

- khi sóng bức xạ có năng lượng điện trường bức xạ bằng với năng lượng từ trường bức xạ, mạch gốc thường có $X_C = X_L$ ở tần số cộng hưởng tự nhiên. Cần chú ý rằng trong phạm vi mục này, tác động của sóng bức xạ cho đến gần đây không được coi trọng lắm. Cùng với sự tăng cường sử dụng máy bộ đàm và điện thoại di động, điện thoại vô tuyến v.v... khía cạnh này của EMC cần được nghiên cứu kỹ hơn.

Sức điện động được sinh ra do một trong ba mode thường ở mức mili hay mirco Volt. Tuy nhiên một số mạch điện tử hiện đại có khả năng khuyếch đại lớn trong khi các mạch khác có dòng điện và điện áp thường nhỏ.

Thiết bị

Vì lý do trên, thiết bị điện tử cần được quan tâm đặc biệt, được bảo vệ chống nhiễu từ các nguồn truyền sóng hoặc trực tiếp. Những nguồn cần lưu ý là:

- nhiễu trắng từ các loại đèn huỳnh quang và phóng điện;
- bức xạ từ các bộ đánh lửa của động cơ đốt trong;
- các máy phát vô tuyến thương mại và nghiệp dư, vô tuyến taxi, máy bộ đàm v.v...
- nhiễu qua các dây dẫn trong mạng, ví dụ như mở cuộn dây côngtăctơ hay cuộn dây máy cắt.

Thông tư của EC ngày 3/9/89 liên quan đến tương hợp điện từ, đặt ra mức tối đa cho phép của sóng phát từ hệ thống điện và các thành phần của nó (phần ứng dụng thực tế của các phương pháp vẫn đang được nghiên cứu).

Bố trí tiếp địa và lưới đẳng thế

Những ghi chú sau được trích ra từ văn bản dự thảo IEC tháng 11/1993.

Bảo vệ chống nhiễu điện từ EMI (Electromagnetic Interference)

Dòng điện sét trong hệ thống chống sét LPS (Lightning Protection System) hay vùng lân cận một tòa nhà có thể gây quá áp trong hệ thống điện bằng cảm ứng. Đây là trường hợp khi tồn tại mạch vòng dẫn điện lớn với hệ thống dây dẫn điện và dây thông tin đặt trên các đường khác nhau. Trên thực tế, một ví dụ phổ biến là việc nối các dây đất của cáp động lực và cáp máy tính trong một lưới rộng.

Ngoài ra, hệ thống nối đẳng áp, khung nhà hay hệ thống ống kim loại không có điện (cho nước, khí đốt, nhiệt hay điều hòa không khí), cũng có thể tạo các mạch vòng cảm ứng như vậy.

Khi các ống kim loại không có điện hay khung nhà nối với hệ thống nối đẳng thế, các bộ phận bằng kim loại này góp phần vào hiệu ứng màn chắn làm giảm cảm ứng và bảo vệ chống nhiễu điện từ.

Giá trị của điện áp cảm ứng phụ thuộc vào giá trị di/dt của dòng sét và kích thước của mạch vòng.

Cáp động lực mang dòng lớn với di/dt lớn (dòng khởi động thang máy điều khiển bởi chỉnh lưu) có thể cảm ứng gây ra quá áp trong cáp mạng thông tin làm thiệt hại thiết bị có liên quan.

Trong hay gần các phòng dùng cho y tế, trường điện hay từ có thể nhiễu lên thiết bị y học (một điều khoản mới cho mục 710 của IEC 364, liên quan đến tình trạng này đang được xem xét).

Các biện pháp để giảm quá áp cảm ứng tùy vào kết lưới nối đẳng thế, che chắn, ngăn cách vật lý, dùng bộ lọc và chống sét.

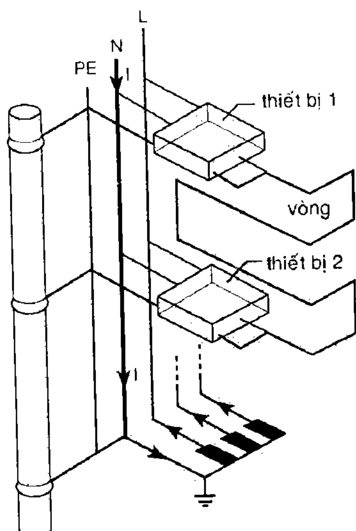
Người thiết kế hệ thống điện phải cân nhắc các điều sau:

1. Vị trí các nguồn nhiễu đối với thiết bị nhạy cảm.
2. Vị trí thiết bị nhạy cảm đối với các trung tâm tải lớn, thanh cái cũng như thiết bị, (như thang máy).
3. Dùng bộ lọc và chống sét cho các thiết bị điện nhạy cảm.

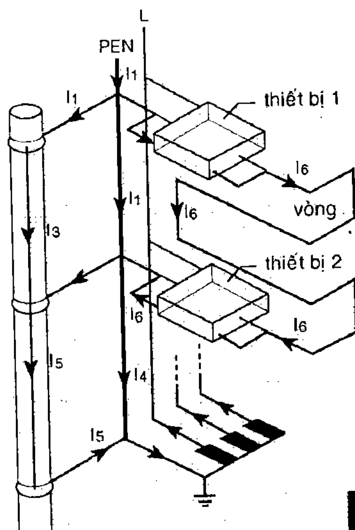
4. Nối các vỏ kim loại và tạo màn chắn.
5. Ngăn cách thích hợp cáp động lực và tín hiệu và giao chéo chúng vuông góc.
6. Tránh các vòng cảm ứng bằng cách chọn một tuyến đi dây chung. Xem thêm điều 17.
7. Dùng cáp tín hiệu có màn chắn và/hoặc xoắn đôi.
8. Kết dây đẳng thế càng ngắn càng tốt.
9. Hệ thống đi dây bằng dây đơn cần được đặt trong vỏ kim loại được nối kết lưới nối vỏ.
10. Tránh sơ đồ kiểu TN-C (xem F4.2 và G5) trong hệ thống có thiết bị nhạy; xem hình F13. Đối với các tòa nhà có hay có thể có thiết bị máy tính quan trọng, cần sử dụng dây đất (PE) và dây trung tính riêng (N) từ điểm cấp điện vào, để giảm khả năng quá dòng và các vấn đề EMC do dòng điện dây trung tính chạy qua cáp tín hiệu (hình F13 và F14).
11. Đối với hệ TN-C-S có 2 khả năng, tùy vào cách bố trí kết nối giữa thiết bị và phần nối đất tự nhiên trong nhà:

- tránh dùng phần TN-C của hệ TN-C-S để phân phối trong nhà, nghĩa là ngăn cách (PE với PEN) tại điểm đầu của lưới điện;
- tránh mạch vòng giữa các phần TN-S của hệ TN-C-S ở trong tòa nhà (xem hình F14).

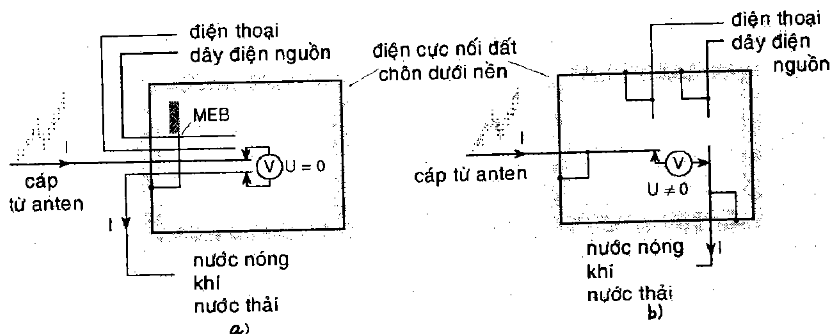
12. Cáp và ống (dẫn nước, khí đốt hay nước nóng) cho tòa nhà phải đi vào cùng một chỗ. Nối các vỏ kim loại, màn chắn, ống kim loại và nối các phần này với lưới đẳng thế chính (MEB) của tòa nhà (hình F15).
13. Để tránh chênh lệch thế giữa các phần khác nhau của lưới đẳng thế nên dùng cáp quang không kim loại hay các kiểu nối không dẫn điện khác bằng sóng ngắn hay laser.



Hình F13. Dòng trung tính trong hệ TN-S.



Hình F14. Dòng trung tính trong hệ TN-C.



Hình F15. Cách mắc cáp bọc thép và ống kim loại trong tòa nhà (ví dụ):

a) điểm vào chung được chấp nhận, $U = 0$;

b) điểm vào khác nhau là không chấp nhận, $U \neq 0$.

Ghi chú: vấn đề lệch thế đất trên mạng thông tin công cộng lớn là trách nhiệm của người điều hành mạng, do đó có thể dùng các phương pháp khác

Đảm bảo tương hợp điện từ (EMC). Kết nối tín hiệu

Trong các tòa nhà có dây PEN, hoặc nơi có các vấn đề EMC trên cáp tín hiệu do không tính toán đầy đủ EMC trong khi lắp đặt điện, nên tiến hành các phương pháp sau để tránh hay giảm thiểu vấn đề này.

14. Dùng cáp quang cho các nối dây tín hiệu

15. Dùng thiết bị có cách điện loại II

16. Dùng biến áp nội bộ với các cuộn dây cách ly (MBA 2 cuộn dây) để cấp điện cho thiết bị công nghệ thông tin IT theo IEC 364-3, khoản 312.2.3 và IEC 364-4, khoản 413.1.5 cho các hệ thống máy tính (hệ thống thông tin nội bộ IT (*)), hoặc mục 413-5 cho việc bảo vệ bằng cách ly về điện (biến áp theo IEC742).

*không nên lầm với lưới kiểu IT. Các sơ đồ IT sẽ được nêu ở mục F4.2

17. Đi dây dẫn hay cáp một cách thích hợp để giảm miền kín do các mạch vòng tạo bởi cáp động lực và tín hiệu. Thiết bị máy tính có thể hoạt động sai do dòng hay áp cảm ứng trong thiết bị hay giữa các thiết bị nối nhau. Những ví dụ sau về các kỹ thuật cơ bản để đạt sự miễn nhiễm đối với các nhiễu điện từ:

    a) đảm bảo sự miễn nhiễm mặc định trong thiết bị IT về điện hoặc sử dụng thiết bị chỉnh lỗi;

    b) tách thiết bị IT khỏi các nguồn nhiễu.

    c) đảm bảo nối đẳng thế giữa thiết bị cho một vùng tần số tương ứng.

    d) đảm bảo vùng thế chuẩn có điện trở tiếp địa bé để giảm chênh lệch điện thế đất vào tạo che chắn.

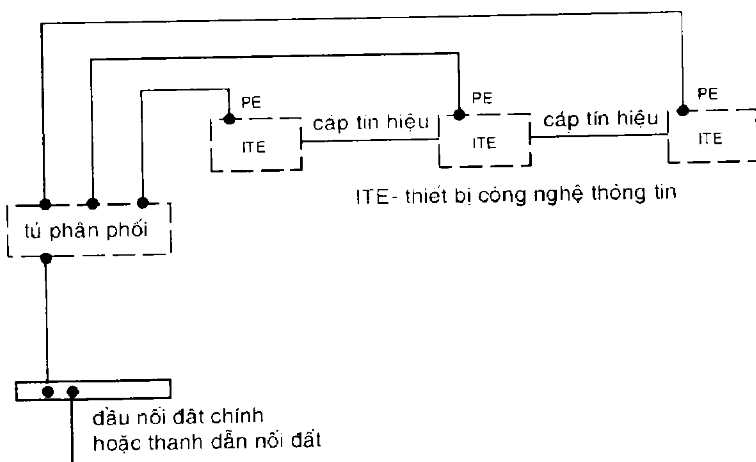
Có một số các phương pháp tiếp địa và nối đẳng thế để đạt EMC. Sau đây là các ví dụ:

Phương pháp 1: các dây dẫn bảo vệ được nối hình tia (hình F16)

Phương pháp này dùng dây bảo vệ đi cùng với dây cấp điện. Dây bảo vệ tại mỗi thiết bị tạo nên đường đi tổng trở cao cho các nhiễu điện từ (khác với quá trình quá độ chính) làm cho các cáp tín hiệu nội bộ chịu phần lớn các nhiễu ngẫu nhiên. Do đó thiết bị phải có tính miễn nhiễm cao.

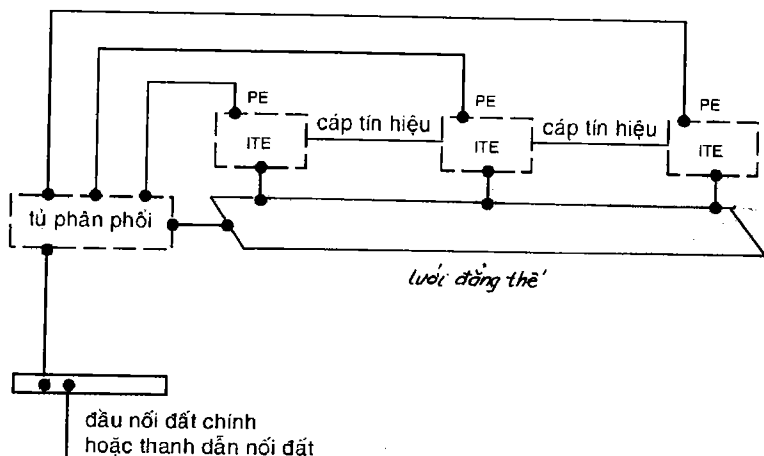
Bằng cách dùng một mạch cấp điện cũng như hệ tiếp địa riêng phục vụ cho thiết bị IT, các nhiễu ngẫu nhiên có thể bị giảm đáng kể. Trong một số trường hợp, điểm tiếp địa kiểu sao (thanh PE trong tủ phân phối thích ứng) của dây dẫn bảo vệ nối hình tia và của các dây nối đất làm việc cho thiết bị IT có thể được tiếp địa bằng một dây bọc cách điện riêng nối với đầu nối đất chính.

C.F



Hình F16. Các dây bảo vệ được nối hình tia.

Phương pháp 2: Dùng hệ thống nối đẳng thế nội bộ theo phương nằm ngang (xem hình F.17).



Hình F17. Lưới đẳng thế nội bộ theo phương nằm ngang.

Các dây dẫn bảo vệ được bổ sung kết lưới đẳng thế các bộ phận trong hệ thống IT vào một lưới nội bộ. Tùy theo tần số và khoảng cách giữa các ô lưới, hệ này có thể tạo ra một vùng đất chuẩn tổng trở thấp cho các đường nối tín hiệu giữa những thiết bị gần lưới. Như trong phương pháp 1, sự miễn nhiễm có thể được tạo ra do việc sử dụng mạch cung cấp và hệ thống nối đất riêng cho các IT tách biệt khỏi các mạch cấp nguồn và hệ thống nối đất khác, kể cả các bộ phận nối đất tự nhiên như các kết cấu kim loại của tòa nhà, bao gồm các lưới đẳng thế. Phương pháp 2 có thể được mở rộng nếu cần, bằng cách đặt các lưới ở các tầng khác. Những lưới như thế được nối lại bằng các dây dẫn thẳng đứng để giảm chênh lệch thế giữa các lưới.

Phương pháp 1 dễ thực hiện nhất, đặc biệt trong các tòa nhà đã hiện hữu. Phương pháp 2 đắt và khó thực thi hơn cũng như cho việc mở

rộng của nó. Nhưng chúng có thể tạo ra một môi trường chấp nhận cho các thiết bị IT lắp đặt trong tương lai.

Những thông tin về phương pháp 1 và 2 ở trên được trích ra từ dự thảo tháng 11-1993 cho một phần mới (548) của IEC 364 chương 5 mục 54.

Trong trường hợp đặc biệt khó khăn cần hỏi ý kiến các chuyên gia. Đối với các dự án đang được thực hiện và nếu thiếu thông tin chính xác, nên sử dụng bảng F18 để chọn lựa vật liệu.

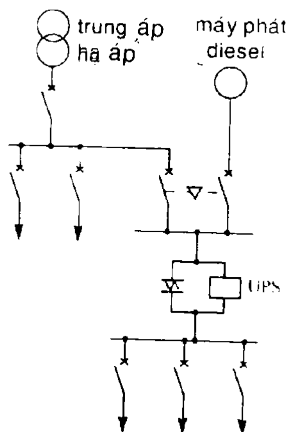
Bảng F18. Mức tương hợp của các vật liệu

Nhiễu	Tham khảo tiêu chuẩn	Mức thấp nhất	Khuyến cáo
Phóng điện tĩnh điện	IEC 801-2	mức 3 (8KV)	mức 4 (15KV)
Cường độ trường	IEC 801-3	mức 2 (3V/m)	mức 3 (10V/m)
Quá độ tốc độ lớn (sự nảy tiếp điểm)	IEC 801 –4	mức 2	mức 4
Quá áp quá độ	IEC 60 –2 tại điểm đầu của lưới 690V trường hợp khác 400V 690V 400V	 10kV 7,5kV 7,5kV 5 kV	
Sóng dòng (sét, đóng mạch)	IEC 8/20μs (đang soạn thảo)	80A	200A

Các nguồn chất lượng cao

Mục đích là cấp điện cho các thiết bị nhạy (IT, máy tính tiền, vi xử lý ...) từ một nguồn không bị nhiễu như đã nói ở trên và giá thành hợp lý. Sơ đồ trên hình F19 giới thiệu một sơ đồ ở mức tủ phân phối chính. Chất lượng cao ở đây có được là nhờ một bộ nghịch lưu cùng với các ăcqui và một bộ chỉnh lưu (bộ tích điện), vốn thường được đặt trên một

lộ ra của tủ phân phối chính. Sự liên tục của nguồn được bảo đảm bằng một máy phát điện diesen và cầu dao đảo tự động sao cho nguồn điện liên tục được duy trì vô hạn (nếu thùng nhiên liệu luôn được làm đầy) hoặc trong nhiều giờ khi trạm không làm việc.



Hình F19. Ví dụ của việc cấp điện chất lượng cao

3. CÁC HỆ THỐNG ĐIỆN AN TOÀN PHỤC VỤ KHI SỰ CỐ VÀ CÁC NGUỒN ĐIỆN DỰ PHÒNG

3.1 Hệ thống điện an toàn

Các hệ thống điện an toàn phục vụ khi sự cố được kiểm soát theo luật pháp cho:

+ các nơi tiếp dân;

+ tòa ở cao tầng;

+ các khu công cộng (văn phòng, cửa hàng, nhà máy...).

Ở đây cần đảm bảo lối thoát an toàn cho người, đặc biệt là:

- hệ thống chiếu sáng an toàn và bảo vệ;
- hệ thống báo động và cảnh báo;
- bảo vệ chống cháy tự động;
- hệ thống dập lửa;
- đường thoát khói;
- máy nén khí cho hệ thống dập lửa dùng áp suất;

- các bơm nước cho hệ thống dập lửa.

Ngoài các qui tắc chung nói trên, còn có các dự án trong đó các qui tắc an toàn liên quan đến một qui trình đặc biệt (hóa dầu, nhà máy xi măng) hay dịch vụ công cộng (chiếu sáng đường hầm, đường băng).

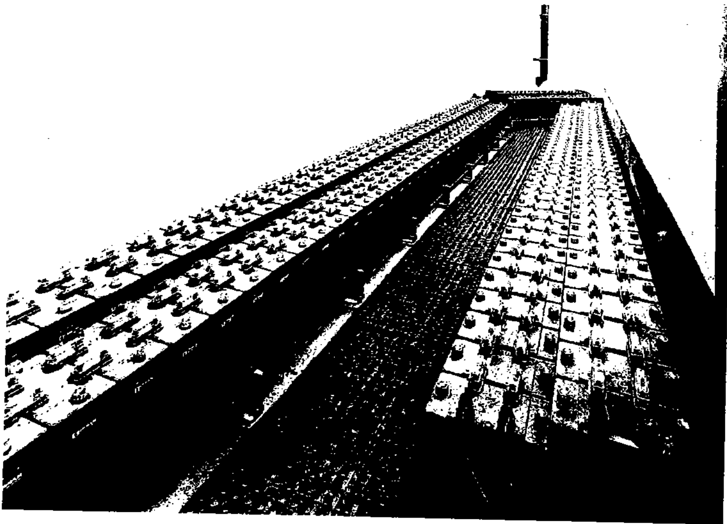
Ghi chú: nguồn điện cho chiếu sáng an toàn được miêu tả trong chương J mục 4.6

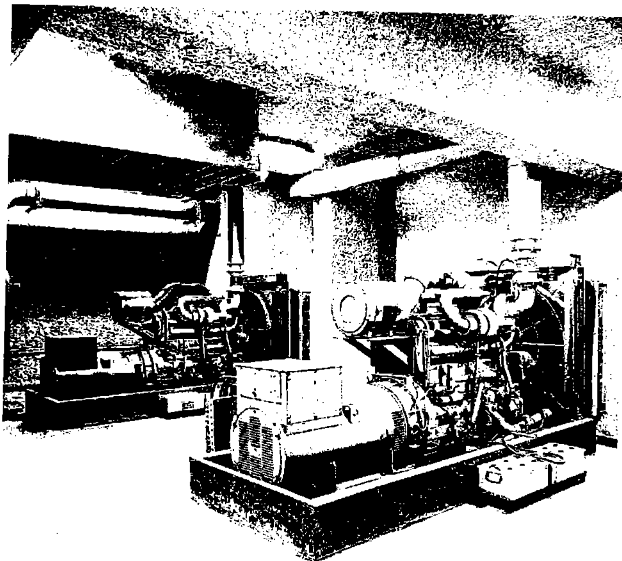
3.2 Các nguồn phát điện dự phòng

Sự gián đoạn của nguồn điện không thể chấp nhận được ở nhiều nơi, ví dụ như:

- các hệ thống máy tính (bảo vệ dữ liệu liên quan đến bảo hiểm, ngân hàng, hoạt động chuyên môn, cơ quan hành chính, ...);
- công nghiệp thực phẩm (nhà máy làm lạnh, ấp trứng);
- viễn thông;
- nghiên cứu khoa học;
- phòng mổ;
- bán vé, giữ chỗ máy bay, máy tính tiền v.v..;
- quân sự;
- công nghiệp (lò hơi trong nhà máy điện sản xuất giấy, khử mặn).

Tồn tại nhiều loại nguồn dự phòng cho trường hợp sự cố, chúng cũng có thể được dùng như các nguồn điện dự phòng với điều kiện là nếu một trong số đó có thể khởi động và cấp điện cho tất cả các mạch an toàn và sự cố, và nếu một nguồn hỏng thì các nguồn khác vẫn hoạt động bình thường.





Hình F 20. Ví dụ cung cấp nguồn dự trữ: ăcqui (bên trên) và máy phát diesel (hình dưới).

3.3 Chọn lựa và đặc tính của các nguồn điện dự phòng

Ngoài các khoảng thời gian ngắt điện nhận thấy được, các khoảng ngắt ngắn (mili giây) đủ để ảnh hưởng đến một số thiết bị. Như đã đề cập, UPS rất quan trọng trong các trường hợp này, và được dùng cùng với nguồn điện dự phòng để đảm bảo an toàn tuyệt đối.

Các đặc tính chính

Để đáp ứng yêu cầu khai thác kinh tế, cần tuân theo các điều kiện sau:

+ không được ngắt điện ở:

- các hệ IT (công nghệ thông tin);
- các quy trình công nghệ liên tục, ngoại trừ các tải có quán tính cao có thể cho phép ngắt điện đến một giây;

+ giai đoạn để duy trì dữ liệu trong hệ IT: 10 ph ;

+ sự tự hành nên có trong các nguồn điện dự phòng; điều này có liên quan tới việc sử dụng trên mức tối thiểu nào đó cần cho sự an toàn của người vận hành.

Đặc tính cho các hệ thống an toàn

Các quy định cho các hệ thống an toàn, bao gồm một số các điều kiện liên quan đến các nguồn điện của chúng:

+ thời gian cắt điện: tùy trường hợp, ta có các chọn lựa sau:

- không gián đoạn;
- gián đoạn dưới 1s;
- gián đoạn dưới 15s;

+ các nguồn dự phòng cần có tính tự hành: nói chung nó tương ứng với thời gian cần để hoàn tất các biện pháp an toàn cho người: ví dụ như, thời gian để sơ tán một địa điểm công cộng đông người: ít nhất

1 giờ. Trong các nhà cao tầng lớn, thời gian tự hành phải là 36 giờ hoặc hơn.

Bảng F21. Bảng chỉ dẫn lựa chọn nguồn dự trữ theo các yêu cầu và thời gian ngưng cung cấp điện

Yêu cầu			
	các IT viễn thông có bộ điều khiển chương trình	qui trình gia công có ngắt quãng	qui trình liên tục
Ứng dụng			
Dạng ứng dụng	- ngân hàng dữ liệu - điều khiển và kiểm soát	qui trình lạnh	chỉ thị và điều khiển các tham số qui trình
Ví dụ cho mạng	- các dịch vụ bảo hiểm, các thiết bị IT nhà băng - hệ thống điều khiển sản xuất	- cơ khí nhẹ - dây chuyền lắp ghép	- hạt nhân - hóa - sinh - nhiệt - cơ khí nặng
Điều kiện			
Thời gian cắt cho phép	0	X	X
	≤ 1s		X
	≤ 15s		X (1)
	≤ 15 ph		X (1)
Tự hành của nguồn	10 ph	X (2)	
	20 ph		X X
	1 h	X	X X
		thường trực nếu có lợi về kinh tế	
Giải pháp			
Thiết bị cần dùng	bộ nghịch lưu hoặc có hoặc không có máy phát để gánh tải của bộ nghịch lưu	máy phát liên tục hoặc khởi động để gánh tải của bộ nghịch lưu	lưới máy phát vận hành thường trực

(1) tùy theo tình hình kinh tế

(2) giới hạn thời gian lưu trữ số liệu.

Liên kết bộ nghịch lưu và máy phát tại chỗ là giải pháp tối ưu đảm bảo tính tự hành lâu dài.

Các giải pháp khác nhau đặc trưng qua độ khả dụng của chúng - nghĩa là thời gian lên tải tức thời hay có chậm trễ, và tính tự hành - nghĩa là khả năng nuôi tải trong một giai đoạn nhất định mà không cần sự phục vụ nào (ví dụ: bơm đầy bình nhiên liệu). Cũng cần tính đến:

- các ràng buộc của lưới điện: đặc biệt cho các vị trí chuyên biệt, và tùy theo các nguồn được dùng;
- thiết bị phụ trợ;
- các ràng buộc hiện hành: theo các hướng dẫn vận hành hay quy định của địa phương, v.v...;
- các yêu cầu bảo trì: có thể áp đặt các ràng buộc nhẹ hơn trong thời gian bảo trì.

Việc xem xét nhiều khả năng và các ràng buộc thường dẫn đến một giải pháp tối ưu dựa trên một sơ đồ nghịch lưu kèm với một máy phát diesel dự phòng. Một bộ ăcquy sẽ duy trì việc cấp điện liên tục trong thời gian khởi động và lên tải của máy phát.

3.5 Các máy phát tại chỗ

Trong một số mạng điện, để không phụ thuộc vào điện lưới công cộng, cần có một máy phát tại chỗ (thường được kéo bởi động cơ diesel) và đi chung với một bộ nghịch lưu.

Trong trường hợp này tính tự hành của bộ nghịch lưu, nghĩa là của ăcquy, phải đủ cho giai đoạn khởi động động cơ diesel và nối tải vào máy phát.

Thời gian cần thiết để thực hiện chuyển từ một nguồn sang nguồn khác tùy vào tính chất của lưới điện, như: trình tự khởi động động cơ,

cắt các tải không quan trọng v.v.. Việc nối tải thường thực hiện ở tủ phân phối hạ thế chính bằng một tủ đảo điện tự động, xem ví dụ hình F23.

Trong điều kiện hoạt động bình thường của bộ nghịch lưu, dòng xoay chiều đi vào bộ chỉnh lưu, và một phần rất nhỏ của dòng một chiều ở đầu ra của bộ chỉnh lưu sẽ duy trì cho ăcquy được nạp đầy đủ. Phần dòng một chiều còn lại được biến đổi thành dòng xoay chiều thuần khiết đi nuôi tải.

Trong trường hợp chuyển từ nguồn điện thường sang nguồn dự phòng, cần phải (đặc biệt nếu tải là lớn so với công suất định mức của máy phát) tránh mômen quá độ có hại trên trục máy phát. Các mômen đó xảy ra do các tải đóng vào bất ngờ, do mômen quá độ dao động của trục có cộng thêm hoặc trừ bớt mômen tải ổn định ở tần số tự nhiên của dao động trên trục. Để tránh hiện tượng này, bộ chỉnh lưu được điều khiển bằng điện tử. Đầu tiên nó cho qua một dòng thấp, sau tăng dần cho đến khi tải được nuôi hoàn toàn bởi máy phát và bộ ăcquy nhận dòng nạp duy trì. Thao tác này diễn ra khoảng 10 - 15 s.

Việc đóng bộ nghịch lưu diễn ra nhờ điều khiển tương tự trên mạch chỉnh lưu. Việc đóng tải từ từ cũng giúp tránh các dòng quá độ lớn và các dao động tần số do quán tính trong bộ điều tốc của động cơ sơ cấp. Chỉnh lưu trong hệ đảo điện sinh ra các dòng hài, nên máy phát dự phòng phải được thiết kế dư. Vấn đề này cần được thảo luận với nhà sản xuất UPS. Trong ví dụ trên hình F23, cổng ra bộ nghịch lưu đồng bộ với cổng vào chỉnh lưu, nên trong trường hợp quá tải hay sự cố trên bộ nghịch lưu, cầu dao đảo sẽ đóng lại đảm bảo cấp điện liên tục.

Bảng F22. Bảng đặc tính của các nguồn

Khẩn cấp hoặc và dự phòng	Ăcqui	Nghịch lưu	Máy phát diesel dự phòng nguồn	Chất tải (1)	Máy phát hoạt động thường trực
Thời gian cung cấp tải					
0 (không cắt)	X	X			X
1 s				X	
1 tới 10 ph (5)			X		
Tổng thời gian cho thao tác chuyển mạch (nguồn)					
0	X	X			X
Phụ thuộc vào sơ đồ đảo điện cho mỗi nguồn		X	X	X	
Ràng buộc lưới					
	Vị trí đặc biệt (dạng ăcqui), lưới một chiều đặc biệt		Không, ngoại trừ ăcqui là dạng mở	Vị trí đặc biệt (nhiều dao động rung, yêu cầu tiếp cận bảo trì, phòng hỏa), bồn chứa nhiên liệu	
Thiết bị bổ sung (ngoài bảo vệ và bộ đảo điện)					
	Bộ nạp Bộ điều chỉnh chỉ thị và đo lường	Không, ngoại trừ có yêu cầu về ắc qui bổ sung	Bộ khởi động bằng ắc qui hoặc khí nén	Bánh đà và bộ khớp	Bộ hòa tự động đồng bộ
Chế độ vận hành và ràng buộc					
	Lưới đặc biệt Tổn thất của hệ Kiểm tra thường xuyên	Tự động	Bằng tay hoặc tự động Khởi động định kỳ	Tự động Tải lớn nhất cố định	Vận hành thường trực
Các tham số khác					
Bảo trì	Cắt định kỳ để kiểm tra và bảo trì	Không, ngoại trừ ăcqui dạng hở	Kiểm tra định kỳ	Các yêu cầu phụ về cơ chỉ bắt buộc cho bộ khớp và trục máy	Kiểm tra định kỳ
Tuổi thọ (3)	4 đến 5 năm (2)	4 đến 5 năm (cho loại ăcqui niêm kín)	1000 đến 10000 h và 5 đến 10 năm	5 đến 10 năm	10000 h đến 1 năm
Bổ sung cần thiết (4)	x2 nếu lắp đặt thường trực	2 cho 1 và 3 cho 2	Ắc qui x2	x2 nếu an toàn ở mức cao	x2 nếu lắp đặt thường trực
Độ tin cậy (4)	Kiểm tra thường xuyên	Kiểm tra tích hợp	Phần cơ và ăcqui cho bộ khởi động	Bộ khớp và trục máy	Phần cơ và bộ hòa đồng bộ

C.F

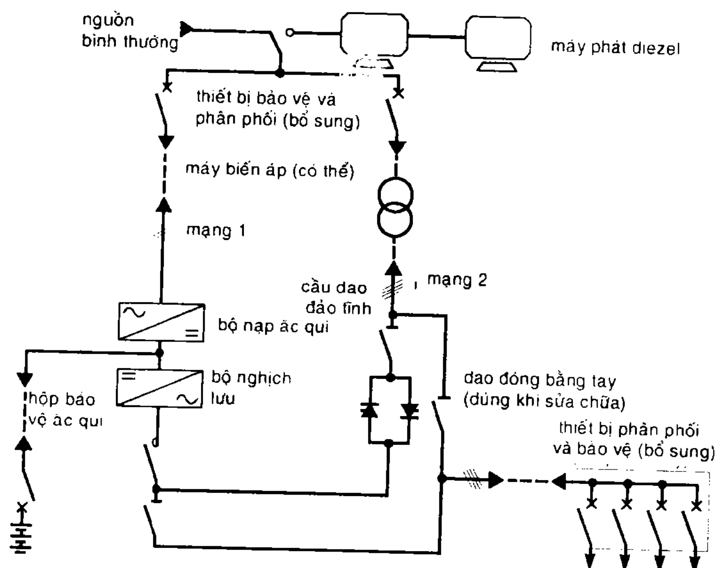
Chú thích cho bảng F22

(1) Máy phát vận hành thường trực và có trang bị bánh đà. Khi mất nguồn cung cấp, sự lên tải đòi hỏi thời gian nhỏ hơn 1s.

(2) Lâu hơn nếu ăcqui dạng hở (3) Trước khi có đại tu.

(4) Một sự nghiên cứu về an toàn sẽ cho phép xác định sơ đồ tối ưu.

(5) Tùy theo lưới có bị nóng trước đó hay không.



Hình F23. Ví dụ của sơ đồ đảo điện nghịch lưu /máy phát của Merlin Gerin.

4. SƠ ĐỒ NỐI ĐẤT

4.1. Nối đất

Trong một tòa nhà, việc nối điện cực nối đất và kết lưới các phần kim loại với nhau và với vỏ kim loại của thiết bị điện sẽ tránh xuất hiện điện áp cao nguy hiểm giữa hai phần kim loại bị chạm đồng thời.

Định nghĩa

Các thuật ngữ sau thường được sử dụng trong công nghiệp và tài liệu. Các số trong ngoặc được thể hiện trên hình F24.

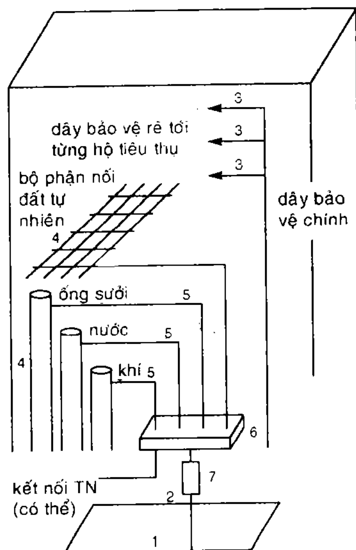
Điện cực nối đất (1): Vật dẫn hay nhóm vật dẫn điện được tiếp xúc với nhau và liên kết về điện với đất (xem F 4.6)

Đất: phần dẫn điện của đất có điện áp tại bất kỳ điểm nào cũng được quy ước lấy là 0.

Các điện cực nối đất độc lập: các điện cực nối đất đặt cách nhau một khoảng mà dòng cực đại đi qua một điện cực sẽ không ảnh hưởng đáng kể đến điện áp của các điện cực khác.

Điện trở của điện cực nối đất: điện trở tiếp xúc của điện cực với đất.

Dây nối đất (2): dây bảo vệ nối đầu nối đất chính (6) của lưới với điện cực nối đất (1) hoặc với các dụng cụ tiếp địa khác (sơ đồ TN).



Hình F24. Ví dụ khối căn hộ có đầu nối đất chính (6) cung cấp liên kết đẳng áp chính. Mối nối có thể tháo gỡ (7) cho phép kiểm tra điện trở điện cực nối đất.

Các bộ phận cần nối đất (vỏ kim loại) (bảng F 25): Phần dẫn điện của thiết bị khi bình thường không có điện, tuy nhiên trong điều kiện hư hỏng sẽ xuất hiện điện áp.

Dây bảo vệ (3): dây dùng để bảo vệ tránh điện giật và dùng để nối các phần sau:

- các bộ phận cần nối đất của thiết bị (vỏ kim loại);
- các bộ phận nối đất tự nhiên;

- đầu nối đất chính;
- điện cực nối đất;
- điểm nối đất của nguồn hoặc trung tính nhân tạo.

Nối đất tự nhiên(vật dẫn tự nhiên): phần dẫn điện có khả năng tạo điện thế, thường là điện thế đất và không nằm trong lưới điện (4). Ví dụ:

- trần hoặc tường không cách điện, khung kim loại của tòa nhà;
- ống dẫn kim loại chứa nước, gaz, khí nén, và các kết cấu kim loại khác liên quan đến chúng.

Dây liên kết (5): dây bảo vệ tạo liên kết đẳng thế.

Đầu nối đất chính (6): đầu hoặc bản cực để nối các dây bảo vệ (kể cả dây liên kết đẳng thế) và các dây nối đất làm việc (nếu có) với trang bị nối đất.

Liên kết

Hệ thống lưới đẳng thế chính

Lưới này được cấu tạo bởi các dây bảo vệ và nó phải đảm bảo rằng nếu trên bộ phận nối đất tự nhiên đi vào lưới có xuất hiện điện thế (do sự cố bên ngoài lưới) thì sẽ không xuất hiện điện áp giữa hai bộ phận nối đất tự nhiên ở bên trong lưới. Sự kết lưới cần phải được thực hiện tại lối vào các tòa nhà và lưới này được nối với đầu nối đất chính (6).

Tuy nhiên, nối đất vỏ kim loại của dây thông tin cần có sự đồng ý của cơ quan chủ quản.

San thế bổ sung (phụ)

Các liên kết này sẽ nối các vỏ kim loại thiết bị điện và bộ phận nối đất tự nhiên với nhau khi các điều kiện bảo vệ không được tuân

thủ, có nghĩa là dây san thế ban đầu có điện trở lớn quá giá trị cho phép.

Nối đất phần kim loại không có điện (vỏ kim loại) của các thiết bị

Điều này được thực hiện bằng dây bảo vệ với mục đích tạo nên đường đi có điện trở bé cho dòng điện sự cố tản xuống đất.

Một sự san thế hiệu quả và nối đất các kết cấu kim loại, vỏ kim loại của thiết bị điện là cần thiết cho việc bảo vệ chống điện giật.

Lắp đặt và đo điện cực nối đất

Mục này sẽ được trình bày ở phần cuối của mục 4.6.

Bảng F25. Danh mục bộ phận cần nối đất và vật dẫn tự nhiên

C.F

Các thành phần:
Các bộ phận cần nối đất (gọi tắt là vỏ kim loại)
1. Đường cáp:
+ ống dẫn;
+ cáp cách điện giấy vỏ chì, bọc giáp hoặc không;
+ cáp bọc kim loại cách điện giấy hoặc chất khoáng.
2. Thiết bị đóng cắt:
+ phần có thể tháo rời.
3. Thiết bị:
+ vỏ kim loại của thiết bị có cách điện loại I.
4. Các phần tử không điện
+ kết cấu kim loại đặt cáp (khay cáp, thang cáp v.v..);
+ vật thể kim loại:
- gần dây dẫn trên không hoặc thanh dẫn;
- tiếp xúc với thiết bị điện.

Các bộ phận không cần nối đất (không được coi là phần vỏ kim loại)

1. Các đường, ống như :
   - đi dây cách điện;
   - bảng điện bằng gỗ hay vật liệu cách điện;
   - dây và cáp không có vỏ kim loại.
2. Thiết bị đóng cắt: dạng kín có cấu trúc cách điện.
3. Thiết bị: các thiết bị có cách điện loại II.

Các phần được coi là bộ phận nối đất tự nhiên (vật dẫn tự nhiên)

1. Các phần tử của cấu trúc tòa nhà:
   + kết cấu kim loại và bêtông cốt thép
     - khung kim loại;
     - bản cọc sắt;
     - bản bêtông cốt thép.
   + bề mặt:
     - nền nhà hoặc tường có kết cấu bêtông cốt thép có bề mặt tự nhiên;
     - sàn lát gạch.
   + kết cấu bọc kim loại: tường bọc kim loại.
2. Các phần tử khác:
   - ống kim loại, ống dẫn kim loại chứa gaz, nước, hệ thống sưởi;
   - các phần tử có kim loại (thùng chứa, bể chứa, lò sưởi v.v..);
   - các kết cấu kim loại trong phòng tắm, giặt, vệ sinh v.v..;
   - giấy kim loại hóa.

Tiếp bảng F25

Các phần không được coi là vật dẫn tự nhiên - sàn nhà gỗ; - sàn bọc cao su hoặc linoleum; - tường ngăn trát vữa - tường gạch; - thảm hoặc thảm gắn tường.

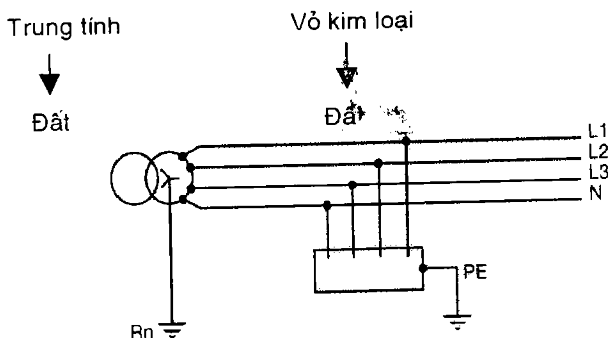
4.2 Định nghĩa các hệ thống nối đất chuẩn

Các hệ thống nối đất khác nhau đặt trưng bởi cách nối đất điểm trung tính hạ thế của biến áp phân phối và nối đất của vỏ thiết bị hạ thế. Chọn lựa cách nối đất sẽ kéo theo các biện pháp cần thiết để bảo vệ chống chạm điện.

Sơ đồ nối đất được đặc trưng bởi cách nối đất điểm trung tính hạ thế của biến áp phân phối (hoặc của các nguồn khác) và cách thức nối đất vỏ các thiết bị của lưới hạ thế .

Một vài sơ đồ nối đất có thể đồng thời hiện hữu trong một công trình.

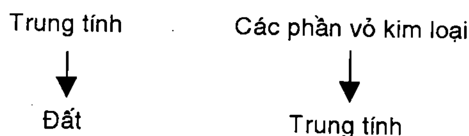
Sơ đồ TT



Hình F26. Sơ đồ TT.

Điểm nối sao (hoặc nối sao cuộn hạ của biến áp phân phối) của nguồn sẽ được nối trực tiếp với đất. Các bộ phận cần nối đất và vật dẫn tự nhiên sẽ nối chung tới cực nối đất riêng biệt của lưới. Điện cực này có thể độc lập hoặc phụ thuộc về điện với điện cực của nguồn, hai vùng ảnh hưởng có thể bao trùm lẫn nhau mà không tác động đến thao tác của các thiết bị bảo vệ.

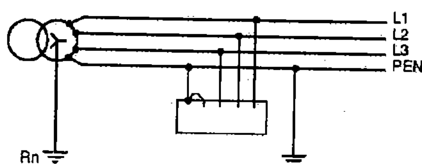
Sơ đồ TN



Nguồn được nối đất như sơ đồ TT. Trong mạng, cả vỏ kim loại và các vật dẫn tự nhiên của lưới sẽ được nối với dây trung tính. Một vài phương án của sơ đồ TN là:

Sơ đồ TN-C

Dây trung tính là dây bảo vệ và được gọi là PEN. Sơ đồ này không được phép sử dụng cho các dây nhỏ hơn 10 mm^2 cho Cu và 16 mm^2 (Al) và thiết bị xách tay.

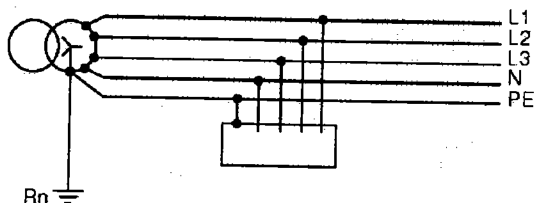


Hình F27. Sơ đồ TN-C.

Sơ đồ TN-C đòi hỏi một sự đẳng áp hiệu quả trong lưới với nhiều điểm nối đất lặp lại.

Sơ đồ TN-S (5 dây)

Dây bảo vệ và trung tính là riêng biệt. Đối với cáp có vỏ bọc chì, dây bảo vệ thường

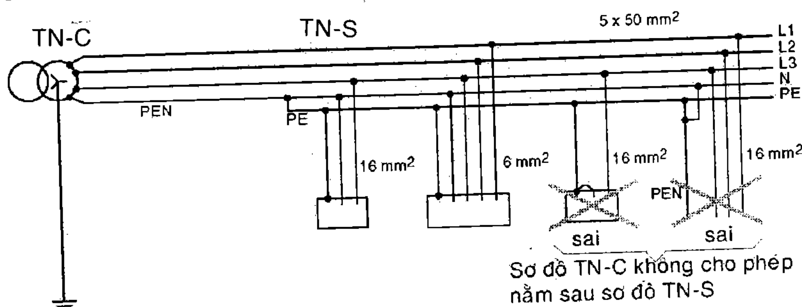


Hình F28: Sơ đồ TN-S.

là vỏ chì. Hệ TN-S là bắt buộc đối với mạch có tiết diện nhỏ hơn 10 mm^2 (Cu) và 16 mm^2 (Al) cho các thiết bị di động.

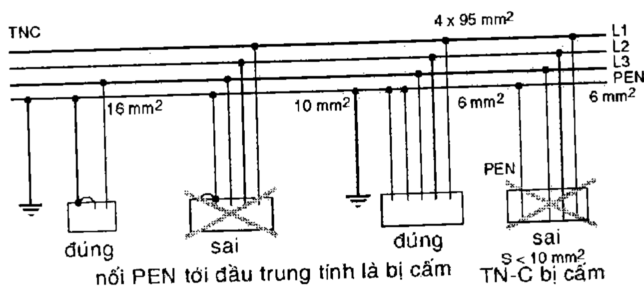
Sơ đồ TN-C-S

Sơ đồ TN-C và TN-S có thể được cùng sử dụng trong cùng một lưới. Trong sơ đồ TN-C-S, sơ đồ TN-C (4 dây) không bao giờ được sử dụng sau sơ đồ TN-S. Điểm phân dây PE tách khỏi dây PEN thường là điểm đầu của lưới.



Hình F29. Sơ đồ TN-S-C.

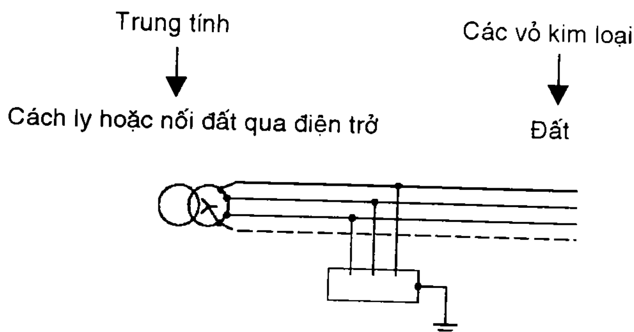
Trong sơ đồ TN-C, chức năng bảo vệ của dây PEN được đặt hàng đầu. Đặc biệt, PEN cần được nối trực tiếp với đầu nối đất của thiết bị và sau đó một cầu nối sẽ được nối với đầu trung tính.



Hình F30. Nối PEN trong sơ đồ TN-C.

C.F

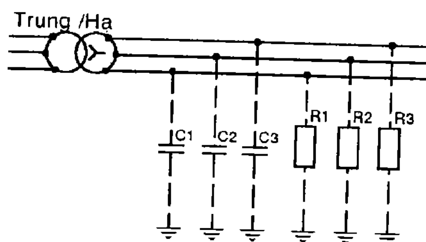
Sơ đồ IT (trung tính cách ly)



Hình F31. Sơ đồ IT.

Vỏ kim loại và vật dẫn tự nhiên sẽ được nối tới một điện cực nối đất chung.

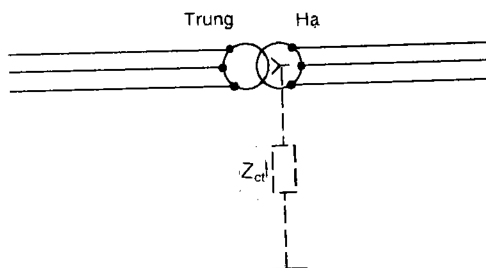
Trên thực tế, mọi dây dẫn đều có một điện kháng đối với đất vì không có cách điện nào tuyệt đối hoàn hảo. Song song với đường rò điện sẽ có đường rò dòng dung với đất (hình F32).



Hình F32. Tổng trở cách điện trong sơ đồ IT.

Ví dụ:

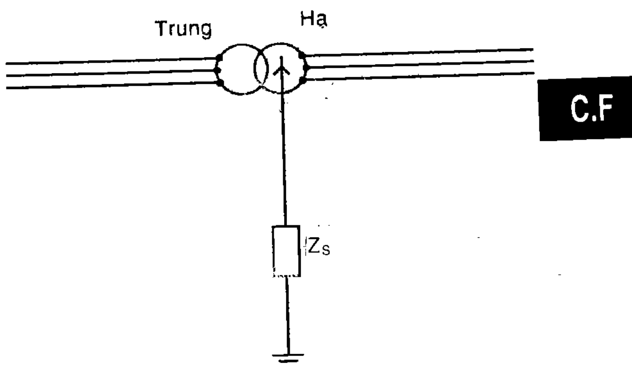
Trong sơ đồ 3 pha, 3 dây hạ áp, 1km cáp sẽ cho tổng trở rò C_1, C_2, C_3 và R_1, R_2, R_3 và tương đương với một Z_{ct} bằng 3000 đến 4000 Ω.



Hình F33. Tổng trở tương đương với tổng trở cách điện trong sơ đồ IT.

Sơ đồ IT (nối đất qua điện trở)

Một điện trở (1-2 kΩ) được nối giữa điểm trung tính cuộn hạ biến áp phân phối và đất (hình F34). Các vỏ kim loại và vật dẫn tự nhiên sẽ nối tới cực nối đất. Nguyên nhân dùng Z_s là để tạo một thế cố định so với đất (Z_s nhỏ hơn các Z_{ct}) của các lưới nhỏ và do đó giảm ngưỡng quá áp như là việc lan truyền sóng từ cuộn cao. Tuy nhiên nó sẽ tăng dòng sự cố điểm thứ nhất (xem G 3.4).



Hình F34. Sơ đồ IT (nối đất qua tổng trở).

C.F

4.3 Đặc tính của sơ đồ nối đất

Mỗi sơ đồ phản ánh 3 tiêu chuẩn lựa chọn kỹ thuật:

- phương pháp nối đất;
- cách mắc dây PE;

- bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp.

Cách mắc sơ đồ sẽ có liên quan tới các điểm sau:

- điện giật;
- phòng cháy;
- tính liên tục cung cấp điện;
- quá áp;
- nhiễu điện từ;
- thiết kế và vận hành.

Sơ đồ TN-C

Đặc tính

+ cách nối đất:

- điểm trung tính của biến áp nối trực tiếp với đất và dây trung tính sẽ được nối đất lặp lại càng nhiều càng tốt;
- các vỏ thiết bị và vật dẫn tự nhiên sẽ nối với dây trung tính;

+ cách lắp PE: dây trung tính và PE là một;

+ bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp: sơ đồ có dòng sự cố và điện áp tiếp xúc lớn:

- có thể cắt điện trong trường hợp hư hỏng cách điện;
- cắt điện được thực hiện bằng CB hoặc cầu chì. RCD (thiết bị chống dòng rò) sẽ không được sử dụng vì sự cố hư hỏng cách điện được coi như ngắn mạch pha - trung tính.

Hệ quả

+ cách thức nối đất:

- điểm trung tính của biến áp được nối trực tiếp với đất và dây trung tính được nối đất lặp lại nhiều lần;

- vỏ thiết bị và vật dẫn tự nhiên sẽ được nối với dây trung tính.

+ quá áp:

- trong điều kiện bình thường, điểm trung tính, vỏ thiết bị và đất có cùng điện áp;
- do hiệu ứng cục bộ của điện cực nối đất, điện áp có thể thay đổi theo khoảng cách đối với điện cực. Do vậy, khi hư hỏng cách điện trung áp, dòng sẽ qua điện cực nối đất của trung tính cuộn hạ và điện áp tần số công nghiệp sẽ xuất hiện giữa vỏ thiết bị hạ áp và đất ở xa;
- độ tin cậy cung cấp điện, nhiễu điện từ và phòng cháy: dòng khi hư hỏng cách điện không được hạn chế bằng điện trở điện cực nối đất và rất lớn (vài kA). Khi có hư hỏng cách điện hạ áp, độ sụt áp nguồn, nhiễu điện từ và khả năng hư hỏng (cháy) thường cao.

C.F

+ quá áp: khi hư hỏng cách điện hạ áp, điểm trung tính của tam giác điện áp sẽ dịch chuyển và điện áp giữa pha và vỏ thiết bị sẽ vượt quá điện áp pha - trung tính. Trên thực tế, giá trị 1,45 U_n thường được tiếp nhận trong tính toán gần đúng (U_n - điện áp pha).

+ dây bảo vệ: dây PE và dây trung tính là một (được gọi là dây PEN).

Dây PEN cần thỏa mãn các điều kiện của 2 chức năng và chức năng PE phải được ưu tiên trước hết.

Sơ đồ TN-C không được dùng cho lưới có tiết diện nhỏ hơn 10 mm^2 (Cu) hoặc 16 mm^2 (Al). Nó cũng không được dùng cho dây mềm kéo di động.

+ chống cháy:

Sơ đồ TN-C không dùng nơi có khả năng cháy nổ cao, ví dụ loại BE 2 và BE 3 theo tiêu chuẩn NFC 15-100. Nguyên nhân là khi nối các vật dẫn tự nhiên của tòa nhà với dây PEN sẽ tạo nên dòng chạy trong

công trình gây hiểm họa cháy và nhiễu điện từ. Những hiện tượng này là nguyên nhân cấm sử dụng sơ đồ TN-C ở nơi có khả năng cháy nổ cao.

+ tương hợp điện từ:

Khi có dây PEN, sẽ có một điện áp rơi và tạo các độ lệch điện thế. Do đó sẽ có dòng chạy trong mạch tạo bởi vỏ thiết bị, vật dẫn tự nhiên, cáp đồng trục và vỏ máy tính hoặc hệ thống thông tin.

Các điện áp rơi sẽ được khuếch đại trong các công trình hiện đại do sự tăng nhanh các thiết bị tạo hài bậc 3. Biên độ của những hài này sẽ tăng gấp 3 lên trong các dây trung tính.

Trong lưới phân phối, do không cân bằng pha nên trong dây trung tính sẽ có dòng và tạo nên trường điện từ gây nhiễu lên các ống cực cathode, màn hình, các thiết bị y khoa với ngưỡng chừng 0,7A/m (nghĩa là 5A trên 1 m từ các thiết bị nhạy cảm). Hiện tượng này sẽ được khuếch đại lên khi có hư hỏng cách điện:

+ ăn mòn: sự ăn mòn bắt nguồn từ thành phần dòng d.c mà dây PEN có thể tải và thành phần dòng điện đất. Chúng ăn mòn điện cực nối đất và kết cấu kim loại trong trường hợp nối đất nhiều lần;

+ bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp trong sơ đồ có dòng sự cố và điện áp tiếp xúc lớn:

- tự cắt khi có hư hỏng cách điện;
- CB hoặc cầu chì sẽ đảm bảo việc cắt này. RCD không được sử dụng ở đây vì sự cố hư hỏng cách điện chạm đất coi như ngắn mạch pha - trung tính;

+ cháy: khả năng phòng cháy thấp;

+ thiết kế và vận hành:

- khi dùng CB hoặc cầu chì, tổng trở nguồn của mạch phía trước và sau thiết bị bảo vệ cần được biết khi thiết kế. Tổng trở này cần được đo sau khi lắp đặt điện và theo định

kỳ. Đặc tính các thiết bị bảo vệ sẽ được xác định theo điện trở này;

- khi công trình được cung cấp từ 2 nguồn (UPS, máy phát v.v..), các đặc tính cắt của CB và cầu chì cần phải được xác định cho mỗi nguồn sử dụng;
- mỗi mạch có chiều dài không được vượt quá giá trị lớn nhất cho phép được quy định trong bảng như là hàm của các thiết bị bảo vệ. Trong vài trường hợp cần tăng tiết diện của dây;
- bất kỳ sự cải tạo nào của lưới cũng đòi hỏi sự kiểm tra lại các điều kiện bảo vệ.

Sơ đồ TN-S

Đặc tính

C.F

+ cách nối đất

Điểm trung tính của biến áp được nối đất 1 lần tại đầu vào của lưới

Các vỏ kim loại và vật dẫn tự nhiên sẽ được nối với dây bảo vệ. Dây này sẽ được nối với trung tính của biến áp.

+ bố trí dây PE. Dây PE tách biệt với dây trung tính và được định kích cỡ theo dòng sự cố lớn nhất có thể xảy ra;

+ bố trí bảo vệ chống chạm điện. Do dòng sự cố và điện áp tiếp xúc lớn nên:

- tự động cắt điện khi có hư hỏng cách điện;
- các CB, cầu chì sẽ đảm nhận vai trò này, hoặc các RCD, vì bảo vệ chống chạm điện sẽ tách biệt với bảo vệ ngắn mạch pha - pha hoặc pha - trung tính.

Hệ quả

+ cách nối đất:

Điểm trung tính của máy biến áp được nối đất tại điểm đầu của lưới.

Các vỏ kim loại và vật dẫn tự nhiên sẽ được nối với dây bảo vệ. Dây này được nối với trung tính của biến áp.

+ quá điện áp: trong điều kiện bình thường, trung tính biến áp, vỏ các thiết bị sẽ có cùng điện áp, thậm chí ngay cả khi hiện tượng quá độ không bị loại trừ và dẫn tới cần sử dụng chống sét van trên pha, trung tính và vỏ kim loại;

+ khả năng liên tục cung cấp điện và nhiễu điện từ, phòng cháy: ảnh hưởng của sự cố trung/hạ, hư hỏng cách điện cuộn sơ và thứ sẽ tương tự như ở sơ đồ TN-C. Dòng sự cố khi hư hỏng cách điện sẽ lớn (xem mục 2, 3 và 4 của sơ đồ TN-C);

+ dây trung tính không được nối đất. Điều này để tránh tạo nên sơ đồ TN-C (tránh điện áp rơi và dòng trong dây bảo vệ trong điều kiện vận hành bình thường);

+ bố trí dây PE: dây này sẽ đi riêng và được định cỡ cho dòng sự cố lớn nhất;

+ tương hợp điện từ: trong điều kiện bình thường, trên PE không có sụt áp và các nhược điểm của sơ đồ TN-C được khắc phục. Sơ đồ TN-S sẽ tương tự như sơ đồ TT về mặt này;

Khi có hư hỏng cách điện, điện áp xung lớn sẽ xuất hiện dọc theo PE, tạo nên hiện tượng quá độ giống như sơ đồ TN-C;

+ bố trí bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp: do dòng sự cố và điện áp tiếp xúc lớn nên cần tự động ngắt khi có hư hỏng cách điện;

Sự cắt này cần được thực hiện bằng CB, cầu chì hoặc RCD vì bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp có thể được tách rời khỏi bảo vệ chống ngắn mạch pha – pha hoặc pha – trung tính.

Nếu bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp được trang bị thiết bị bảo vệ quá dòng thì các đặc tính tương tự như của sơ đồ TN-C sẽ được sử dụng.

+ thiết kế và vận hành:

- tính toán tổng trở của nguồn và của mạch có sự kiểm tra bằng đo lường sau khi lắp đặt và định kỳ sau đó;
- xác định điều kiện cắt khi công trình được cung cấp từ 2 nguồn (máy phát riêng v.v..);
- xác định chiều dài lớn nhất cho phép;
- kiểm tra điều kiện bảo vệ khi có sự cải tạo lưới.

Nếu bảo vệ chạm điện gián tiếp có trang bị RCD: để tránh nhiều hài bậc 3, thường dùng RCD có dòng tác động lớn (lớn hơn 1 A).

+ hỏa hoạn, thiết kế và vận hành:

- các khuyết điểm nói trên có thể được loại bỏ và chúng ta sẽ có những ưu điểm của sơ đồ TT;
- sử dụng RCD với dòng vận hành 500mA sẽ tránh được hư hỏng về điện. Những hư hỏng này xảy ra do hư hỏng cách điện hoặc ngắn mạch qua tổng trở.

Sơ đồ dạng TT

Đặc tính

+ phương pháp nối đất: điểm trung tính của máy biến áp được nối trực tiếp với đất. Vỏ các thiết bị sẽ được nối tới cực nối đất bằng dây nối đất. Cực nối đất này thường độc lập với cực nối đất trung tính biến áp;

+ bố trí dây PE: dây PE riêng biệt với dây trung tính và được định cỡ theo dòng sự cố lớn nhất có thể xảy ra;

+ bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp: mạch sẽ được tự động ngắt khi có hư hỏng cách điện. Trên thực tế, các RCD sẽ đảm nhận chức năng này. Dòng tác động của chúng sẽ bé do có điện trở mắc nối tiếp của 2 điện cực nối đất.

Hệ quả:

+ điểm trung tính của biến áp được nối trực tiếp với đất.

Vỏ các thiết bị được nối tới cực nối đất. Cực này thường tách biệt với cực nối đất trung tính biến áp.

+ quá áp: giống như ở sơ đồ TN, áp của vỏ và cực nối đất như nhau. Tuy nhiên điều này có thể không đúng cho dây trung tính có nối tới một điện cực nối đất và vỏ thiết bị (rất khác nhau trong một số trường hợp như trường hợp sét đánh ở nông thôn). Đối với lưới đô thị, do có sự bao trùm vùng của 2 cực nối đất lên nhau, quá áp có thể chấp nhận được. Hơn nữa việc đặt các chống sét van sẽ đảm bảo mức bảo vệ cần thiết.

+ tương hợp điện từ: khi có hư hỏng cách điện, dòng sự cố thường nhỏ. Ví dụ, cho cực nối đất có r ≈ 230 V/100 A ≈ 2,3 Ω, dòng sự cố khoảng 100 A. Độ sụt áp, các nhiễu điện từ và sự khác biệt điện áp quá độ giữa 2 thiết bị được nối với nhau bằng cáp bọc thường nhẹ hơn so với sơ đồ TN-S.

+ bố trí PE: dây PE tách biệt với dây trung tính và được định cỡ theo dòng sự cố lớn nhất có thể xảy ra.

+ tương hợp điện từ: trong điều kiện bình thường, trên PE không có sụt áp và các khuyết điểm như của sơ đồ TN-C sẽ không có. Khi có hư hỏng cách điện, xung điện áp xuất hiện theo dây PE thường thấp và các nhiễu có thể bỏ qua.

+ thiết kế và vận hành: đối với lưới phân phối, tiết diện của PE có thể sẽ nhỏ hơn so với trường hợp ở sơ đồ TN-S.

+ bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp:

- tự động cắt khi có sự cố hư hỏng cách điện. Trên thực tế việc này được thực hiện bằng RCD. Dòng tác động của nó phải nhỏ;
- RCD thường được lắp thêm dưới dạng rơle vào CB và dưới dạng RCCB vào cầu chì. Chúng có thể bảo vệ mạch đơn hoặc nhóm mạch và dòng thao tác thường được chọn theo giá trị lớn nhất của điện trở cực nối đất của các vỏ thiết bị;
- sự có mặt của RCD làm đơn giản hóa thiết kế và các điều kiện ràng buộc. Không cần thiết phải biết tổng trở nguồn và không có giới hạn về chiều dài mạch (ngoại trừ khi cần tránh độ sụt áp quá lớn). Lưới có thể được cải tạo hoặc mở rộng mà không cần tính lại hoặc đo lại;

C.F

+ hỏa hoạn: sử dụng RCD với dòng ≤ 500 mA sẽ tránh được hỏa hoạn do điện;

+ tương hợp điện từ: dòng khi có sự cố hư hỏng cách điện chỉ tồn tại trong thời gian ngắn, nhỏ hơn 100ms (hoặc nhỏ hơn 400ms trên lưới phân phối) và có giá trị nhỏ.

Sơ đồ IT

Đặc tính

+ cách nối đất: điểm trung tính của máy biến áp được cách ly với đất hoặc nối đất qua điện trở và bộ hạn chế quá áp. Trong điều kiện bình thường, áp của nó gần bằng với áp của vỏ thiết bị qua điện dung rò so với đất của mạch và thiết bị.

Vỏ các thiết bị và vật dẫn tự nhiên của tòa nhà sẽ được nối tới điện cực nối đất riêng.

+ bố trí dây PE: dây PE sẽ tách biệt với dây trung tính và được định cỡ theo dòng sự cố lớn nhất có thể;

+ bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp: dòng sự cố khi chỉ có hư hỏng cách điện thường thấp và không nguy hiểm.

Khó có khả năng xảy ra thêm sự cố điểm thứ hai nếu lắp đặt một thiết bị báo cách điện để bảo vệ và hiển thị khi xảy ra sự cố điểm thứ nhất. Từ đó có thể định vị chính xác và loại trừ nó.

Hệ quả

+ cách thức nối đất: điểm trung tính biến áp được cách ly với đất hoặc nối đất qua tổng trở và bộ hạn chế quá áp. Trong điều kiện bình thường, thế của nó duy trì gần bằng thế của vỏ các thiết bị do điện dung rò của dây dẫn và thiết bị.

Vỏ thiết bị và vật dẫn tự nhiên sẽ được nối với cực nối đất của tòa nhà.

+ quá áp: trong điều kiện bình thường dây trung tính, vỏ thiết bị và cực nối đất có chung một điện thế.

Bộ hạn chế quá áp cần được đặt để ngăn chặn khả năng tăng điện thế giữa phần mang điện và vỏ thiết bị. Hiệu điện thế này có thể vượt quá điện áp chịu đựng của thiết bị hạ thế khi có sự cố hư hỏng cách điện trung áp. Bảo vệ quá áp cần được thực hiện theo tiêu chuẩn chung cho các sơ đồ nối đất.

+ tính liên tục cung cấp điện và tương hợp điện từ: dòng sự cố khi hư hỏng cách điện điểm thứ nhất thường thấp.

Sự cố do hư hỏng cách điện hạ áp điểm thứ nhất sẽ không tạo ra sự sụt áp hoặc nhiễu điện từ nào trên dải tần rộng tương ứng với dòng sự cố cách điện truyền thống:

+ quá áp: sau sự cố điểm thứ nhất, các thiết bị tiếp tục làm việc và điện áp dây sẽ dần xuất hiện giữa pha bình thường và vỏ thiết bị. Thiết bị cần được chọn theo điều lưu ý này.

Lưu ý:

+ tiêu chuẩn IEC 950 (hoặc EN 60950) định ra các loại thiết bị xử lý thông tin cần sử dụng trên sơ đồ IT;

+ nếu chống sét van được sử dụng thì điện áp định mức của chúng phải được chọn gần với điện áp dây;

+ tính liên tục cung cấp điện và tương hợp điện từ: sự cố điểm thứ hai có thể xảy ra trên pha khác, nó sẽ tạo dòng ngắn mạch và gây nguy hiểm. Nếu sử dụng sơ đồ IT cần lưu ý sao cho tình trạng này đừng bao giờ xảy ra;

+ bố trí dây PE: PE cần mắc riêng biệt với dây trung tính và định cỡ theo dòng sự cố lớn nhất;

+ tương hợp điện từ: trong điều kiện bình thường và thậm chí khi có sự cố chạm vỏ điểm thứ nhất, không có sụt áp trên PE. Một sự đẳng thế sẽ tồn tại giữa PE, dây nối đất làm việc, vỏ các thiết bị và vật dẫn tự nhiên của tòa nhà;

+ bố trí chống chạm điện gián tiếp: dòng sự cố khi có sự cố chạm vỏ điểm thứ nhất thường rất bé và không nguy hiểm. Khó có thể xảy ra sự cố điểm thứ hai nếu lắp đặt thiết bị kiểm soát cách điện. Thiết bị này sẽ theo dõi và chỉ thị sự cố điểm thứ nhất để giúp định vị và loại trừ nó. Các thiết bị bảo vệ được thiết kế để vận hành khi có sự cố đôi. Nếu CB hoặc cầu chì được sử dụng thì các quy tắc cũng sẽ tương tự như cho sơ đồ TN.

Thiết bị chống dòng rò cũng có thể được dùng. Nếu hai sự cố xảy ra phía sau của cùng một RCD, thiết bị có thể coi dòng sự cố như dòng tải và có thể không tác động. Một RCD tách biệt cần được lắp riêng cho mỗi mạch. Nếu 2 nơi trên cùng lưới sử dụng một sơ đồ IT có các điện cực nối đất của chúng tách biệt nhau thì RCD cần phải được đặt trên đầu vào của chúng. Điều này cho phép tránh hư hỏng cách điện

trên pha thứ nhất của nơi thứ nhất và hư hỏng cách điện trên pha thứ hai của nơi thứ hai;

+ hỏa hoạn: sử dụng bộ kiểm soát hư hỏng cách điện và có thể dùng RCD với dòng ≤ 500mA để tránh hỏa hoạn do điện;

+ thiết kế và vận hành:

- các nhân viên bảo trì được huấn luyện để có khả năng định vị đúng và loại trừ sự cố điểm thứ nhất;
- công trình điện cần được thiết kế cẩn thận: sử dụng sơ đồ IT khi có yêu cầu cao về liên tục cung cấp điện, khảo sát ảnh hưởng của dòng rò và chú ý tới RCD, cô lập và phân chia lưới v.v..;
- nếu RCD 30mA được dùng để bảo vệ mạch ổ cắm thì:
  - dòng rò điện dung - đất phía sau RCD không được vượt quá 10mA. Tính toán dòng này theo điện áp dây cho pha và điện áp pha cho trung tính;
  - nếu các tải của các mạch như vậy không quan trọng lắm, thiết bị RCD sẽ tác động khi có sự cố hư hỏng cách điện điểm thứ nhất và loại trừ nó. Nếu không, nên tránh sử dụng ổ cắm hoặc cần phải thực hiện các biện pháp khác.
- lưu ý: dây nối đất được thiết bị bảo vệ 4 cực (bao gồm cả bảo vệ trung tính) hoặc thiết bị hai cực bảo vệ. Trong tủ phân phối cuối cùng, thiết bị bảo vệ 1 cực + bảo vệ trung tính có thể được dùng nếu tiết diện dây pha và trung tính như nhau và khi RCD được lắp ở phía trước đó.

4.4.1 Các tiêu chuẩn chọn lựa

Tiêu chuẩn 1:

Không có một sơ đồ nối đất nào là đa dụng cả. Khi lựa chọn sơ đồ nối đất cần phân tích các trường hợp riêng biệt và sự lựa chọn cuối cùng dựa theo các ràng buộc đặc biệt của lưới điện.

Sự lựa chọn tốt nhất thường bao gồm nhiều sơ đồ nối đất khác nhau cho các phần khác nhau của lưới.

Tiêu chuẩn 2:

Phương án lựa chọn cần thỏa mãn các tiêu chuẩn cơ bản sau:

- chống điện giật;
- chống hỏa hoạn do điện;
- cung cấp điện liên tục;
- bảo vệ chống quá áp;
- bảo vệ chống nhiễu điện từ.

C.F

Tiêu chuẩn 3: so sánh sơ đồ nối đất

Sự so sánh các sơ đồ nối đất khác nhau cho thấy: Sơ đồ dạng TT nên dùng cho lưới có sự kiểm tra hạn chế hoặc lưới có thể mở rộng hoặc cải tạo. Nguyên nhân là sơ đồ này rất đơn giản cho lưới công cộng hoặc khách hàng. Mặt khác, do sử dụng hai cực nối đất riêng biệt, cần phải lưu ý bảo vệ quá áp.

Ảnh hưởng của cực nối đất

1) Trạm khách hàng với sơ đồ TN:

Điện áp cách điện (pha-vỏ) của thiết bị nhỏ (U_2 = 220V).

Cách điện giữa vỏ và đất thiết bị phải chịu được điên áp U_f khi có sự cố hư hỏng cách điện trung thế.

2) Hộ tiêu thụ hạ áp với sơ đồ TT

Cách điện bên trong thiết bị phải chịu được khi ở gần nơi bị sét đánh (R_b-I_f) (xem phần chống sét).

Khi sử dụng đúng, ảnh hưởng của hư hỏng cách điện phía trung áp sẽ bị loại trừ.

3) Sơ đồ IT nên dùng khi có yêu cầu bức thiết về liên tục cung cấp điện

Sơ đồ IT thường sử dụng khi có độ tin cậy cung cấp điện cao. Tuy nhiên nó đòi hỏi:

- một sự nghiên cứu kỹ lưỡng;
- tổ chức thử nghiệm quá áp và dòng dung rò;
- các nhân viên bảo dưỡng thiết bị được huấn luyện để đảm bảo khả năng xác định vị trí sự cố đầu và kiểm tra mở rộng của lưới.

4) Sơ đồ TN-S nên dùng cho lưới có mức độ theo dõi kiểm tra cao hoặc lưới không mở rộng hoặc cải tạo.

Sơ đồ này được sử dụng thường không cần các RCD có độ nhạy trung bình.

Nhược điểm:

+ dòng sự cố hư hỏng cách điện thường lớn và có thể tạo ra:

- nhiễu quá độ;
- rủi ro hư hỏng cao;
- hỏa hoạn;

+ cần nghiên cứu kỹ lưỡng.

Nếu RCD độ nhạy trung bình được lắp đặt, có thể tránh được hỏa hoạn và tạo tính linh hoạt hơn trong cả thiết kế lẫn sử dụng.

Các sơ đồ TN-C và TN-C-S không nên dùng để tránh hỏa hoạn và nhiễu điện từ do:

- sụt áp dọc theo dây PEN;
- dòng sự cố hư hỏng cách điện lớn;
- dòng chạy ở bộ phận nối đất tự nhiên, vỏ cáp , vỏ thiết bị;
- không thể loại bỏ được sự cố qua tổng trở. Vì vậy cần có sự nghiên cứu kỹ lưỡng.

Sự tồn tại của dây PEN trong tòa nhà sẽ dẫn tới có dòng ở các vỏ thiết bị.

Tiêu chuẩn 4:

Về mặt quá áp và chống nhiễu, các sơ đồ IT, TT và TN-S là như nhau nếu chúng được lắp đặt đúng.

Tiêu chuẩn 5:

Khi so sánh kinh tế, mọi chi phí cần phải được tính đến, bao gồm:

- thiết kế;
- bảo trì;
- mở rộng hoặc cải tạo;
- tổn thất trong sản xuất.

4.4.2 So sánh các tiêu chuẩn

1. Mức độ bảo vệ chống điện giật

Các sơ đồ nối đất cho ta khả năng bảo vệ chống điện giật như nhau nếu chúng được sử dụng đúng như các tiêu chuẩn đã đề ra.

2. Chống hỏa hoạn do điện

Đối với sơ đồ TT và IT, khi có sự cố đơn, dòng sự cố do hư hỏng cách điện sẽ nhỏ, do đó tránh được khả năng hỏa hoạn.

Đối với sơ đồ TN, bảo vệ chống sự cố chưa đạt nếu không dùng RCD.

Khi ấy, nên dùng sơ đồ TN-S phối hợp với RCD.

Đối với sơ đồ TN khi có sự cố duy trì, dòng sự cố do hư hỏng cách điện sẽ lớn và có thể gây hậu qủa nghiêm trọng.

Sơ đồ TN-C cho khả năng gây hỏa hoạn lớn hơn cả. Do đó nghiêm cấm dùng sơ đồ này ở nơi dễ nổ hoặc cháy. Dòng không cân bằng sẽ chạy trong dây PEN và các vỏ thiết bị, kết cấu kim loại v.v..

3. Bảo vệ quá áp: sơ đồ cần phải xem xét kỹ các bước sau:

1) Đánh giá nhiễu như là hàm của:

+ tình thế nguy hiểm của vị trí:

- quá áp do ảnh hưởng gián tiếp của sét;
- sét đánh gần;

+ dạng của nguồn cung cấp:

- sự cố cách điện phía trung thế;

+ dạng của vị trí lắp đặt:chọn mức an toàn thích hợp.

Các đánh giá này cần thực hiện ở tần số công nghiệp và tần số cao hơn (vài MHz).

2) Quyết định số lượng và chất lượng vùng đẳng thế. Trên thực tế, ở những nơi có các tòa nhà được cung cấp từ một nguồn và có nối mạng thông tin, cần phải sử dụng một trong những giải pháp sau:

- san thế giữa các tòa nhà bằng cách: bằng ít nhất một dây dẫn với tiết diện không bé hơn $35mm^2$ nối giữa các toà nhà, hoặc bằng một lưới dày đặc;

- cách ly hoàn toàn, ví dụ sử dụng cáp quang thông tin không có vỏ dẫn điện.

3) Sử dụng đúng phương cách bảo vệ (đặt chống sét) trên dây của nguồn vào và ra.

Lưu ý:

- sơ đồ TN-S cũng có thể sử dụng các biện pháp nói trên;
- sơ đồ TT đòi hỏi đặt bộ chống sét (lưới nông thôn);
- sơ đồ IT cần được trang bị bộ hạn chế quá áp để bảo vệ quá áp do sự cố phía trung thế.

4) Bảo vệ chống nhiễu điện từ

Các sơ đồ nối đất sẽ không có khác biệt nhau nhiều về mặt nhiễu điện từ.

Ảnh hưởng nhiễu điện từ của các sơ đồ nối đất là không khác biệt nhau nhiều khi ở tần số lớn hơn 1MHz cho mode đồng pha và vi sai.

Nếu sử dụng đúng, các sơ đồ TT, TN-S và IT đều thỏa mãn các tiêu chuẩn về tương hợp điện từ. Lưu ý là với sơ đồ TN-S, nhiễu điện từ chính xuất hiện khi có sự cố hư hỏng cách điện.

Ở sơ đồ TN-C và TN-C-S, dòng không cân bằng chạy trong dây PEN, trên các vỏ thiết bị được nối đất và vỏ cáp. Sự hiện diện của hài bậc 3 sẽ khuếch đại dòng này trong các lưới hiện tại và tạo sụt áp giữa các vỏ thiết bị nhạy cảm có nối tới dây PEN.

Do đó những sơ đồ này không nên sử dụng.

4.5 Chọn lựa cách nối đất - Biện pháp thực hiện

Tách nguồn

Sử dụng vài máy biến áp thay vì dùng một máy lớn. Phương thức này được coi như biện pháp dùng để tách những tải có thể gây ảnh hưởng tới các tải khác (như sụt áp khi khởi động động cơ công suất lớn v.v..).

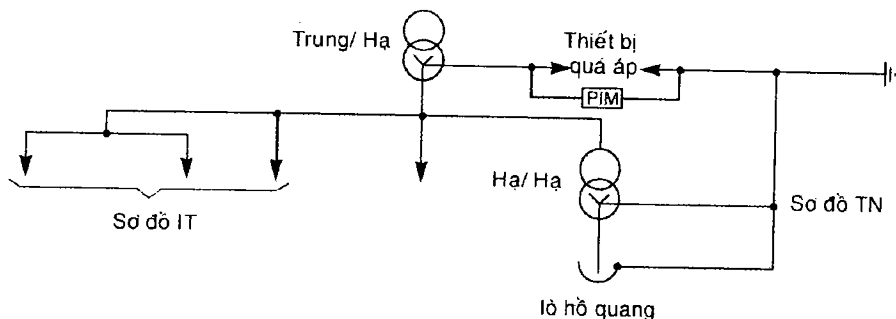
Chất lượng và độ cung cấp điện của toàn lưới sẽ được cải thiện.

Giá thành của thiết bị đóng cắt sẽ giảm (mức độ dòng ngắn mạch giảm).

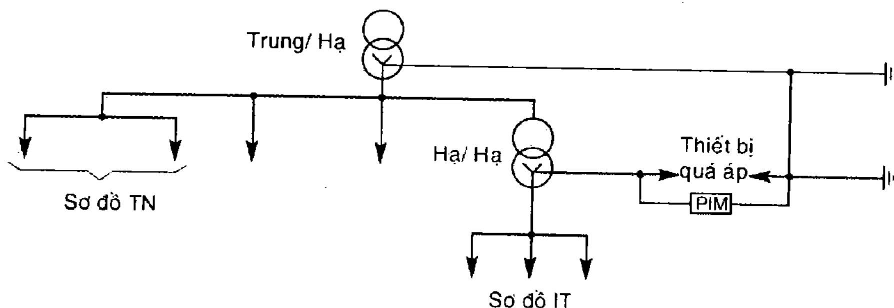
Tách lưới

Việc tách lưới điện được thực hiện bằng cách dùng các máy biến áp hạ/hạ. Điều này cho phép lựa chọn các sơ đồ nối đất phía thứ cấp. Do vậy, lưới có thể phục vụ các loại tải khác nhau.

Ví dụ



Hình F42. Xưởng có độ tin cậy cung cấp điện tuyệt đối (IT) và có lò hồ quang. Sử dụng biến áp hạ /hạ cung cấp cho lò trong sơ đồ kiểu TN.



Hình F43. Xí nghiệp với phụ tải (chủ yếu là máy hàn đòi hỏi sơ đồ TN), xưởng sơn với yêu cầu cung cấp điện liên tục bằng mạng kiểu IT độc lập qua biến áp hạ/hạ.

Kết luận:

Tối ưu hóa vận hành lưới sẽ quyết định việc chọn sơ đồ nối đất (xem mục 4.6) bao gồm:

+ vốn đầu tư ban đầu;

+ chi phí cho vận hành trong tương lai do không đủ độ tin cậy, chất lượng vật liệu, an toàn v.v..

Một cấu trúc lý tưởng bao gồm:

- nguồn cung cấp bình thường;

- nguồn dự trữ tại chỗ (xem mục 3 của chương này) và sơ đồ nối đất thích hợp.

4.6 Lắp đặt và đo lường điện cực nối đất

Một điện cực nối đất có điện trở bé sẽ cải thiện đáng kể việc bảo vệ cách điện chống ảnh hưởng điện từ và quá áp khí quyển. Tuy nhiên, bảo vệ tòa nhà chống sét đánh trực tiếp đòi hỏi sự nghiên cứu kỹ lưỡng (không được trình bày ở đây).

Chất lượng của điện cực nối đất phụ thuộc chủ yếu vào:

- cách lắp đặt;

- bản chất của đất.

Cách lắp đặt

Có 3 cách lắp đặt:

1. Điện cực dạng dây dẫn tạo nên mạch vòng bên dưới tòa nhà (hình F44)

Cách này nên dùng đặc biệt cho các tòa nhà mới. Điện cực cần chôn dọc theo chu vi hố đào của nền móng. Cần để dây trần tiếp xúc trực tiếp với đất (không được đặt trong sỏi, cát của nền bêtông). Ít nhất

cần có 4 dây thẳng nối lên từ điện cực để kết lưới và ở những nơi cần thiết, cọc của kết cấu bêtông phải nối với điện cực. Dây dẫn sẽ tạo nên điện cực nối đất, nhất là khi chúng được chôn sâu 50cm dưới phần móng bêtông. Cả điện cực lẫn dây nối lên đều không được tiếp xúc với nền móng bêtông.

Đối với những tòa nhà hiện hữu, dây điện cực cần chôn xung quanh tường, ở độ sâu ít nhất 1m. Theo quy định chung, mọi liên kết lên từ cực nối đất đến phần trên mặt đất cần bọc cách điện với điện áp 600V - 1000V.

Dây có thể là:

- đồng trần hoặc nhiều sợi với tiết diện > $25mm^2$;
- thép không gỉ hoặc nhiều sợi với tiết diện ≥ $35mm^2$;
- thép mạ.

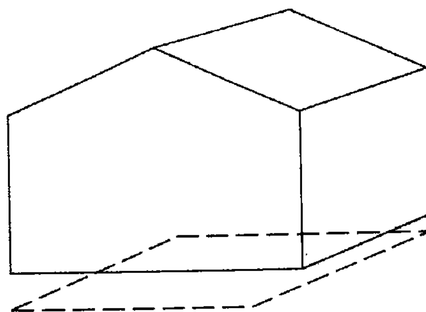
Đồng là vật liệu đắt nhất, nhưng lại có tính chống ăn mòn cao nhất.

Việc sử dụng nhiều vật liệu khác nhau trong cùng chỗ là không nên vì chúng (ví dụ Zn /Cu) bị ăn mòn trong đất ẩm. Kẽm sẽ bị ăn mòn bởi đồng. Cọc bằng thép trong bêtông lại có điện thế trong chuỗi phản ứng hóa - điện như của đồng trong đất, do đó điện cực bằng đồng có thể nối với lõi thép của bêtông (*). Điện cực bằng thép ở trong đất sẽ bị ăn mòn nếu nối với lõi thép của bêtông. Nhôm và chì không nên sử dụng làm cực nối đất. Điện trở gần đúng của cực nối đất: $\frac{2\rho}{L}$ (Ω).

Với L – chiều dài của dây (m);

ρ – điện trở suất của đất (Ω.m).

(*) thực tế chỉ ra rằng sự ăn mòn sẽ không lớn với sự chênh lệch thế nhỏ hơn 0,3 V.



Hình F44. Mạch vòng nối đất dưới móng nhà.

2. Cọc nối đất (xem hình F 45)

Cọc nối đất thẳng đứng thường được dùng cho các tòa nhà hiện hữu hoặc khi cần đóng sâu xuống trong điều kiện cải thiện điện trở nối đất.

C.F

Cọc có thể là:

- đồng hoặc đồng mạ thép. Loại sau có chiều dài 1 tới 2m và có đầu nhọn để đóng được sâu;

- ống thép mạ đường kính ≥ 25mm hoặc cọc đường kính ≥ 15mm, với chiều dài hơn 2m. Thường phải dùng nhiều cọc và khoảng cách giữa chúng lớn hơn chiều dài khoảng 2 – 3 lần.

Điện trở tổng sẽ bằng điện trở của một cọc chia cho số cọc (trong trường hợp đất đồng nhất):

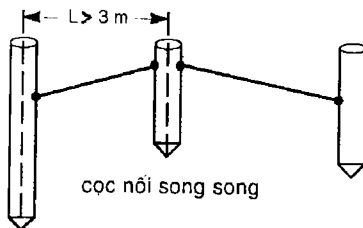
$$R = \frac{\rho}{nL}$$

(nếu khoảng cách giữa các cọc > 4L) với:

L - chiều dài của cọc (m);

ρ - điện trở suất của đất (Ω.m);

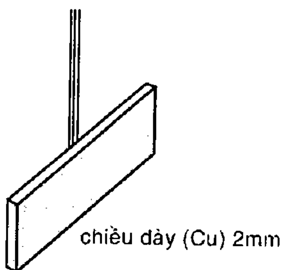
n - số cọc.



Hình F45. Cọc nối đất.

3. Bản cực nối đất (hình F.46)

Bản hình chữ nhật, mỗi cạnh có chiều dài ≥ 0,5m, được chôn theo phương thẳng đứng sao cho tâm của bản cách bề mặt đất ít nhất là 1m.



Hình F46. Bản đứng.

Bản này có thể là:

- đồng dày 2mm;
- thép mạ dày 3mm.

Điện trở $R = \dfrac{0,8\rho}{L}$;

Với ρ – điện trở suất của đất (Ω.m);

L – chu vi của bản (m).

Lưu ý:

Khi vật liệu có xi mạ được dùng làm cực nối đất, sự phân cực cathod bảo vệ anode là cần thiết để tránh ăn mòn khi đất có chất ăn mòn. Các anode bằng magnesium (trong túi tổ ong có chứa "đất" thích hợp) sẽ đặt để tiếp xúc trực tiếp với điện cực. Khi ấy cần phải tham khảo ý kiến của các chuyên gia.

Ảnh hưởng của các loại đất

Bảng F47. Điện trở suất (Ωm) cho các loại đất khác nhau

Loại đất	Điện trở suất (Ωm)
Đất lầy, đầm lầy	1 - 30
Đất bồi, phù sa	20 – 100
Đất mùn	10 – 150
Than bùn	5 – 100
Đất sét mềm	50
Đất sét cứng, macnơ	100 – 200
Macno kỷ Jurra	30 – 40
Sét cát	50 – 500
Cát silic	200 – 300
Đất đá	1500 – 3000
Đất tảng có sỏi đá	300 – 500
Đất đá phấn	100 – 300
Đá vôi	1000 – 5000
Đá vôi nứt	500 – 1000
Diệp thạch, đá phiến sét	50 – 300
Đá phiến mica	800
Granite và sa thạch	1500 – 10000
Granite phân ly và đá cát	100 – 600

C.F

Bảng F48. Trị trung bình của điện trở suất của đất để đánh giá điện trở cực nối đất so với đất ở xa

Loại đất	Trị trung bình của điện trở suất (Ωm)
Đất trồng, đất ụ ẩm	50
Đất trồng pha đá, sỏi	500
Đất đá, đất trần, cát khô, đá dăm	3000

Đo lường điện trở của các điện cực nối đất

Điện trở điện cực/đất thường thay đổi. Các yếu tố ảnh hưởng tới giá trị điện trở này là:

+ độ ẩm của đất: độ ẩm thay đổi theo mùa, rõ rệt nhất là ở độ sâu tới 2m. Ở độ sâu 1m, giá trị điện trở suất có thể thay đổi theo tỉ số từ 1 đến 3 từ mùa đông ẩm tới mùa hè khô ở các vùng có khí hậu ôn hòa;

+ sương giá: đất đóng băng có thể làm tăng điện trở suất của đất lên vài bậc. Đó cũng là nguyên nhân để chôn sâu điện cực.

+ lão hóa: vật liệu dùng để làm điện cực có thể bị thoái hóa do vài nguyên nhân như:

- phản ứng hóa học (axit hoặc đất kiềm);
- galvanic: do dòng một chiều lạc trong đất từ các phần của hệ thống hoặc do các kim loại khác nhau trong phần tử điện cực. Các loại đất khác nhau sẽ tác động lên cùng dây dẫn và tạo vùng cực cathode và anode, kéo theo sự ăn mòn bề mặt kim loại. Hơn thế nữa, điều kiện thuận lợi để điện trở tản thấp cũng là điều kiện cho những dòng điện này dễ dàng đi qua;
- oxit hoá: những chỗ nối hàn là những vị trí dễ dàng bị oxit hóa nhất. Nếu làm sạch mối hàn và phủ một lớp cần thiết có thể ngăn được oxit hóa.

Đo điện trở cực nối đất

Luôn luôn cần có các mối nối có thể tháo rời nhằm cho phép cô lập điện cực nối đất với lưới điện, nhờ vậy có thể tiến hành kiểm tra định kỳ điện trở cực nối đất. Để làm điều này, cần 2 điện cực phụ, mỗi cực là 1 cọc khoan thẳng đứng.

1) Phương pháp đo bằng ampe kế: (hình F49)

$$A = R_T + R_{t1} = \frac{U_{Tt1}}{i_1}$$

$$B = R_{t1} + R_{t2} = \frac{U_{t1t2}}{i_2}$$

$$C = R_{t2} + R_T = \frac{U_{t2T}}{i_3}$$

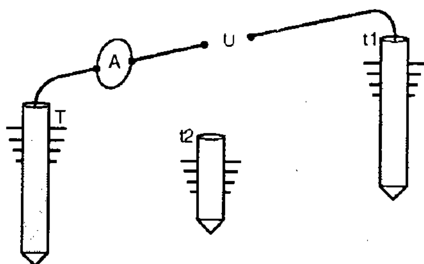
$$A + C - B = 2\,R_T$$

Khi điện áp nguồn U là hằng (chỉnh định như nhau trong các thí nghiệm) thì:

$$R_T = \frac{U}{2}\left(\frac{1}{i_1} + \frac{1}{i_3} - \frac{1}{i_2}\right)$$

Để tránh sai số do dòng lạc trong đất hoặc dòng điện rò từ lưới và mạng thông tin, dòng thử nghiệm phải là dòng xoay chiều, nhưng ở các tần số khác nhau với tần số công nghiệp hoặc khác với các hài bậc cao trong lưới điện. Các dụng cụ đo dùng máy phát điện quay tay sẽ tạo dòng áp xoay chiều ở tần số giữa 85Hz và 135Hz.

Khoảng cách giữa các điện cực là không quan trọng. Các thử nghiệm được tiến hành trên các khoảng cách và hướng khác nhau để kiểm tra chéo các kết quả thử nghiệm.



Hình F49. Đo điện trở cực nối đất của lưới bằng ampe kế.

2) Dùng Ohm kế để đo trực tiếp:

Có thể dùng máy phát điện quay tay hoặc điện tử, sử dụng 2 cực phụ với khoảng cách để cho vùng ảnh hưởng của cực được thử nghiệm không được lấn sang vùng của điện cực thử nghiệm (C).

Điện cực thử nghiệm (C) được đặt cách xa nhất so với điện cực (X) cần đo. Dòng điện qua C xuống đất và vào cực X, trong khi đó điện cực thử nghiệm thứ hai (P) sẽ tạo áp. Điện áp này, khi được đo giữa (X) và (P) sinh bởi dòng thử và sẽ dùng để đo điện trở tiếp xúc (của điện cực được thử) với đất. Cần phải lựa chọn kỹ lưỡng khoảng cách từ (X) tới (P) để cho kết quả chính xác. Nếu khoảng cách từ (X) tới (C) tăng và các vùng điện trở của (X) và (C) càng trở nên quá xa, thì đường cong phân bố điện thế sẽ càng gần trùng với trục ngang ở gần điểm (O).

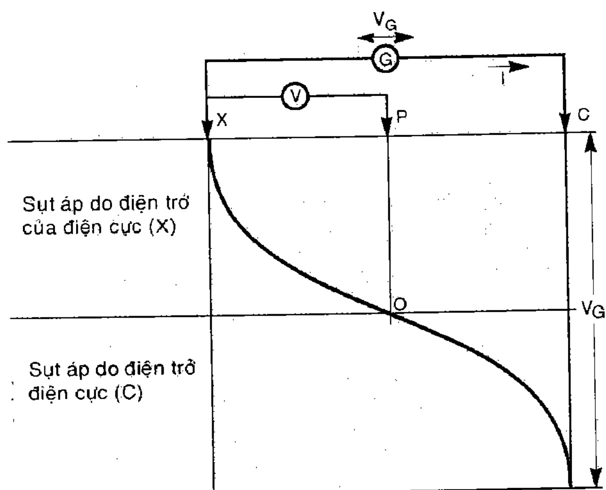
Trên thực tế, khoảng cách (X) và (C) sẽ được tăng cho tới khi kết quả đọc được ở 3 điểm: tại (P), cách (P) 5m ở mỗi phía sẽ là như nhau. Khoảng cách (X) tới (P) thường khoảng 0,68 khoảng cách từ (X) tới (C).

3) Phương pháp đơn giản (cho sơ đồ TT)

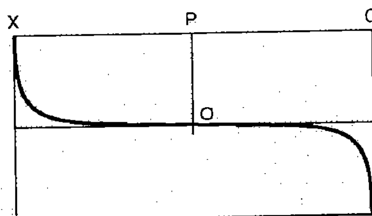
Trong sơ đồ TT, phương pháp đơn giản để đo điện trở cực nối đất được sử dụng. Phương pháp này sẽ đo tổng trở giữa điện cực nối đất và dây trung tính. Nó sẽ bằng tổng của điện trở cực nối đất của hộ tiêu thụ

và điện trở điện cực nối đất của biến áp phân phối. Giá trị này luôn là xấu nhất vì điện trở cực nối đất của biến áp phân phối luôn nhỏ hơn 5.

Nếu có sự nghi ngờ, nên sử dụng các phương pháp nói trên.



a/- nguyên lý đo lường dựa trên giả thiết đất đồng nhất và vùng ảnh hưởng của điện cực C và X là trùm lên nhau. Vị trí của điện cực thử nghiệm khó xác định để cho kết quả thỏa đáng



b/- hiệu ứng của phân bố thế khi X và C đặt xa nhau. Vị trí của điện cực P là không quan trọng và có thể xác định dễ dàng

Hình F50. Đo điện trở cực nối đất (X) dùng Ohm kế.

C.F

5. TỦ PHÂN PHỐI

Tủ phân phối là một trong những phần tử quan trọng của hệ thống điện với thiết kế và cấu trúc tuân theo các tiêu chuẩn rõ ràng.

Tủ phân phối chính là nơi nguồn cung cấp đi vào được chia ra thành các mạch nhánh, mỗi mạch được điều khiển và bảo vệ bởi cầu chì hoặc máy cắt.

Nói chung điện nguồn được nối vào thanh cái qua một thiết bị đóng cắt chính (CB hoặc bộ cầu dao-cầu chì). Các mạch riêng lẻ thường được nhóm lại theo chức năng (chiếu sáng, sưởi ấm, động lực) được nuôi từ các thanh cái. Một số mạch được mắc thẳng vào tủ phân phối khu vực nơi diễn ra sự phân chia mạch. Ở những mạng hạ áp lớn đôi khi cần có tủ phân phối phụ, do đó ta có 3 mức phân phối.

Hiện tại người ta thường bọc các tủ phân phối hạ áp bằng vỏ kim loại nhằm:

- bảo vệ máy cắt, đồng hồ chỉ thị, rơle, cầu chì, chống va đập cơ học, rung và những tác động ngoại lai có thể ảnh hưởng tới hoạt động của hệ (nhiễu điện từ, bụi, ẩm, chuột...);

- bảo vệ người tránh điện giật.

5.1 Các loại tủ phân phối

Các yêu cầu tải sẽ quyết định loại tủ phân phối được dùng.

Các tủ phân phối hoặc một tập hợp các thiết bị đóng cắt hạ thế sẽ khác nhau theo loại ứng dụng và nguyên tắc thiết kế (đặc biệt theo sự bố trí của các thanh cái).

Các tủ phân phối theo các ứng dụng đặc thù

Các loại tủ phân phối tiêu biểu chính là:

- tủ phân phối chính (hình F53);

- tủ phân phối khu vực (hình F52);

- tủ phân phối phụ (hình F51);

- tủ điều khiển công nghệ hay tủ "chức năng". Ví dụ như tủ điều khiển động cơ (tủ điều khiển sưởi ấm v.v..). Các tủ khu vực và tủ phụ nằm rải rác ở khắp lưới.

Các tủ điều khiển công nghệ có thể:

- nằm gần tủ phân phối chính, hoặc

- gần với dây chuyền công nghệ được kiểm soát.

Cách thực hiện hai loại tủ phân phối (DB)

Người ta phân biệt:

- *DB thông dụng trong đó công tắc và cầu chì được gắn vào một khung nằm bên trong;*
- *DB chức năng cho những ứng dụng đặc thù.*

C.F

Các DB thông dụng

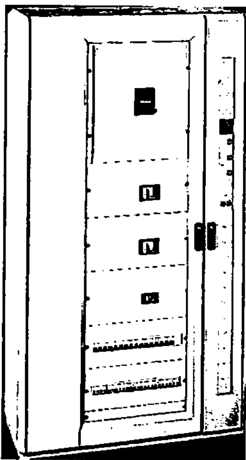
CB và cầu chì thường nằm trên một giàn khung lui về phía sau của tủ. Các thiết bị hiển thị và điều khiển (đồng hồ đo, đèn, nút nhấn v.v..) được lắp ở mặt trước của tủ.

Việc đặt các dụng cụ bên trong tủ cần được nghiên cứu cẩn thận cố xét đến kích thước của mỗi vật, các chỗ đấu nối và khoảng trống cần thiết đảm bảo hoạt động an toàn và thuận lợi.

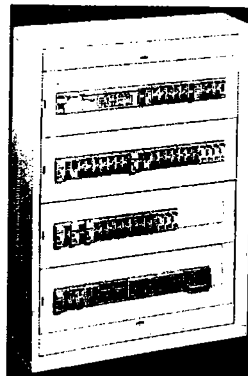
Để dự đoán tổng diện tích cần thiết có thể nhân tổng diện tích các thiết bị với 2,5.

Các DB chức năng

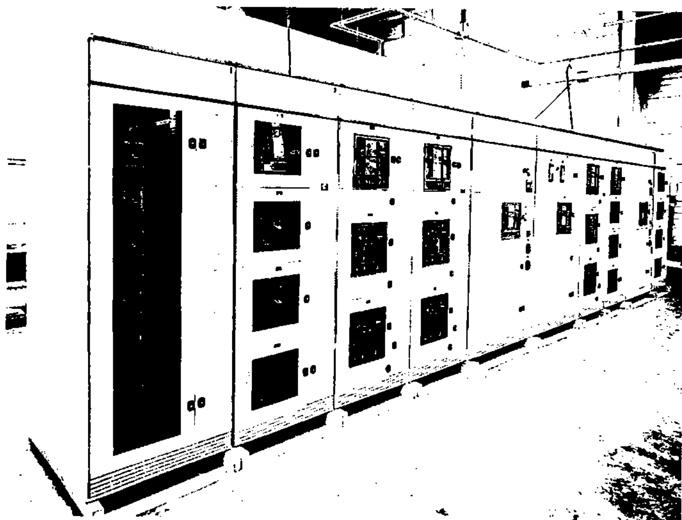
Tủ này dành cho các chức năng đặc biệt và sử dụng các môđun chức năng bao gồm máy cắt và các thiết bị cùng các phụ kiện dùng để lắp đặt và đấu nối. Ví dụ như các đơn vị điều khiển động cơ dạng ô kéo bao gồm công tăc tơ, cầu chì, cầu dao, nút nhấn, đèn chỉ thị ...



Hình F51. Tủ phân phối phụ tiêu biểu.

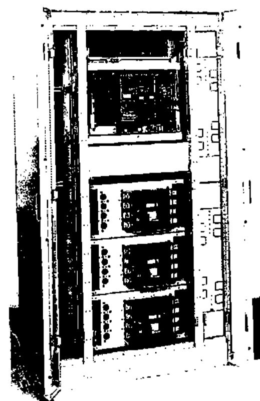


Hình F52. Tủ phân phối khu vực.



Hình F53. Ví dụ của tủ phân phối chính có kích thước lớn.

Thiết kế các tủ không tốn thời gian bởi vì chỉ cần cộng các số môđun cần thiết cùng với khoảng trống để thêm vào sau này nếu cần. Dùng các bộ phận tiền chế giúp việc lắp tủ dễ dàng. Hơn nữa các chi tiết của tủ đã được kiểm tra mẫu do đó đảm bảo chỉ số an toàn cao. Ví dụ một tủ chức năng công nghiệp được thể hiện trên hình F54.


Hình F54. Tủ có các đơn vị cố định.

5.2 Các kỹ thuật lắp ráp tủ phân phối chức năng

Có 3 kỹ thuật thường dùng trong việc lắp ráp các DB chức năng

C.F

Các đơn vị chức năng cố định (hình F54)

Tủ bao gồm nhiều đơn vị chức năng cố định như : khởi động từ và các rơle liên quan tùy theo chức năng. Các đơn vị này không thích hợp cho việc cô lập mạch (ví dụ như cô lập khỏi thanh cái). Do đó bất kỳ một sự can thiệp nào để bảo trì, thay đổi ... đòi hỏi phải cắt điện toàn tủ. Sử dụng các đơn vị tháo lắp được để giảm tối thiểu thời gian cắt điện (để lấy đơn vị đó khỏi mạch điện có liên quan).

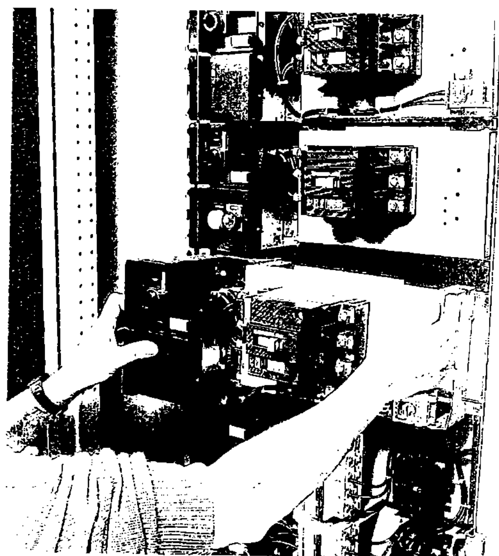
Các đơn vị chức năng có thể cô lập (hình F55).

Mỗi một đơn vị được lắp đặt trên một panel tháo lắp được, có kèm theo thiết bị cô lập phía đầu vào (thanh cái) và ngắt điện phía lộ ra. Một đơn vị như vậy có thể được rút ra để bảo trì mà không cần cắt điện toàn bộ.

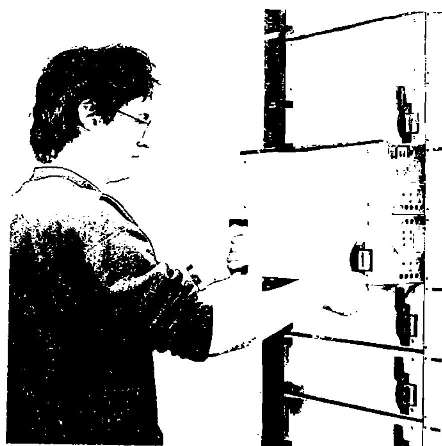
Các đơn vị chức năng dạng ngăn kéo (hình F56)

Máy cắt và các phụ kiện được lắp trên một khung dạng ô kéo nằm ngang rút ra được. Chức năng này phức tạp và thường được dùng để điều khiển động cơ.

Cách ly được thực hiện cả phía vào và ra bằng các ô kéo.



Hình F55. Tủ có các đơn vị có thể cô lập.



Hình F56. Tủ có các đơn vị dạng ngăn kéo.

5.3 Các tiêu chuẩn

Việc tuân theo các tiêu chuẩn là cần thiết để đảm bảo mức độ an toàn cho thao tác.

Một số loại tủ phân phối (đặc biệt tủ phân phối chức năng) trong đó các hợp phần tuân theo IEC 947 thì cũng tuân theo các yêu cầu đặc biệt của IEC 439-1.

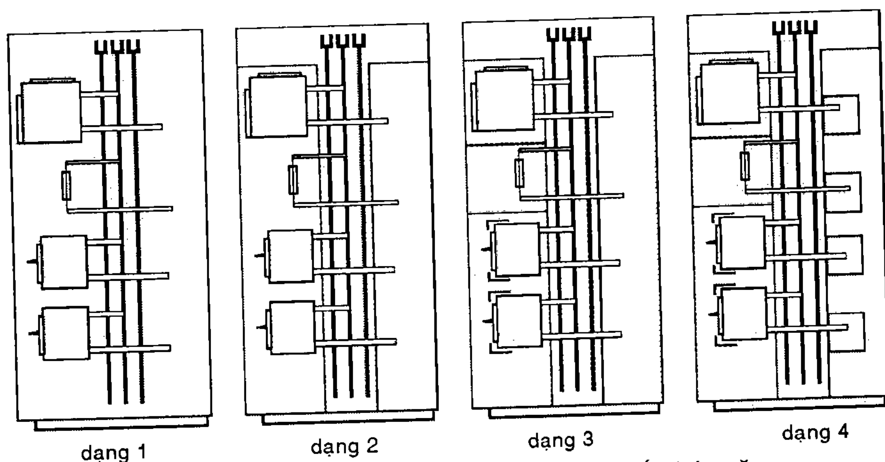
Tiêu chuẩn IEC 439-1

Hai yếu tố của tiêu chuẩn IEC 439-1 góp phần quyết định cho an toàn thao tác là:

- *ngăn cách giữa đơn vị chức năng theo yêu cầu người sử dụng;*
- *các thử nghiệm từng phần hay toàn bộ được định nghĩa một cách rõ ràng;*

C.F

IEC 439-1 qui định các tập hợp thiết bị đóng cắt và điều khiển được sản xuất và thử nghiệm toàn bộ như các đơn vị hoàn chỉnh. IEC 439-1 qui định 4 dạng lắp ráp tùy theo mức độ ngăn cách nội bộ, bằng lưới chắn hay vách ngăn thành các ngăn khác nhau.



Hình F57. Các dạng khác nhau của tủ phân phối chức năng.

Việc phân cách cho phép:

+ bảo vệ chống tiếp xúc với phần có điện của các bộ phận chức năng nằm gần nhau;

+ giới hạn khả năng phóng hồ quang điện;

+ bảo vệ chống sự xâm nhập của các ngoại vật từ ngăn này sang ngăn khác.

Sau đây là các dạng ngăn cách tiêu biểu bằng lưới chắn hay vách ngăn:

- dạng 1: không ngăn cách;
- dạng 2: ngăn cách thanh cái với các đơn vị (khối);
- dạng 3: ngăn cách thanh cái với các đơn vị và ngăn cách tất cả các đơn vị với nhau ngoại trừ đầu ra của chúng;
- dạng 4: giống dạng 3 nhưng bao gồm cả các đầu ra của các đơn vị.

Dạng ngăn cách (kim loại hay phi kim loại) sẽ do người sản xuất và người sử dụng thỏa thuận.

Dạng 2, 3 và 4 thường được sử dụng vì các thanh cái được che đậy giúp cho thao tác trên thiết bị và mạch đấu ra an toàn hơn so với dạng 1.

Dạng 3 và 4 được dùng khi không gian cho mỗi đơn vị có hạn, vì rất khó thao tác hay bảo trì nếu không ngăn cách các đơn vị, trừ khi phải cắt điện toàn tủ.

+ các thử nghiệm từng phần, kiểm tra và thử nghiệm chức năng được tiến hành trong nhà máy đảm bảo sự tuân theo tiêu chuẩn của toàn bộ tủ.

5.4 Điều khiển trung tâm

> *Việc phối hợp các tủ phân phối chức năng trong một hệ thống điều hành kỹ thuật tập trung phải được tính đến ngay từ đầu giai đoạn thiết kế.*

Việc tổ chức thu thập dữ kiện và điều khiển thiết bị thông qua các mạch điều khiển từ xa ngày càng trở nên quan trọng khi các kỹ thuật điều khiển tập trung trở nên thông dụng.

Để tiết kiệm (chi phí các liên lạc), tất cả các tín hiệu, dữ kiện và mệnh lệnh nên được xử lý tại thiết bị có liên quan (ví dụ như DB chức năng) để truyền và nhận từ trung tâm điều khiển.

Những biến đổi tín hiệu như vậy (liên tục sang tín hiệu số, điện sang quang ...) thích hợp với đường truyền dữ liệu phải được tiến hành và cung cấp từ nguồn điện không nhiễu trong hoặc gần tủ phân phối hoặc các thiết bị có liên quan.

C.F

6. CÁC DÂY PHÂN PHỐI

6.1 Miêu tả và cách chọn lựa

Phân loại

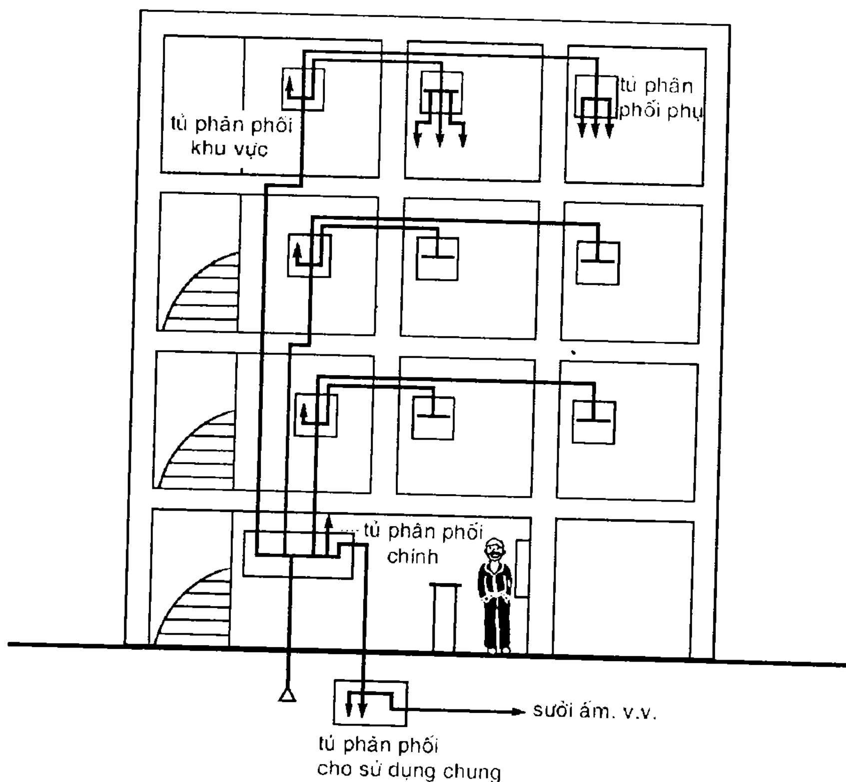
Thường có hai loại phân phối:

Phân phối bằng dây dẫn và cáp cách điện

Nó bao gồm bảo vệ cơ học và cách đỡ ống dẫn v.v... Phương pháp lắp đặt sẽ ảnh hưởng đến dòng điện lớn nhất cho phép như được nêu ra trong tiêu chuẩn IEC 439 phần 1 và 2.

Phân phối bằng các kênh cáp lắp ghép(tiền chế)

Phương pháp này có ưu điểm là dễ lắp đặt, linh động và cho phép nhiều điểm nối.

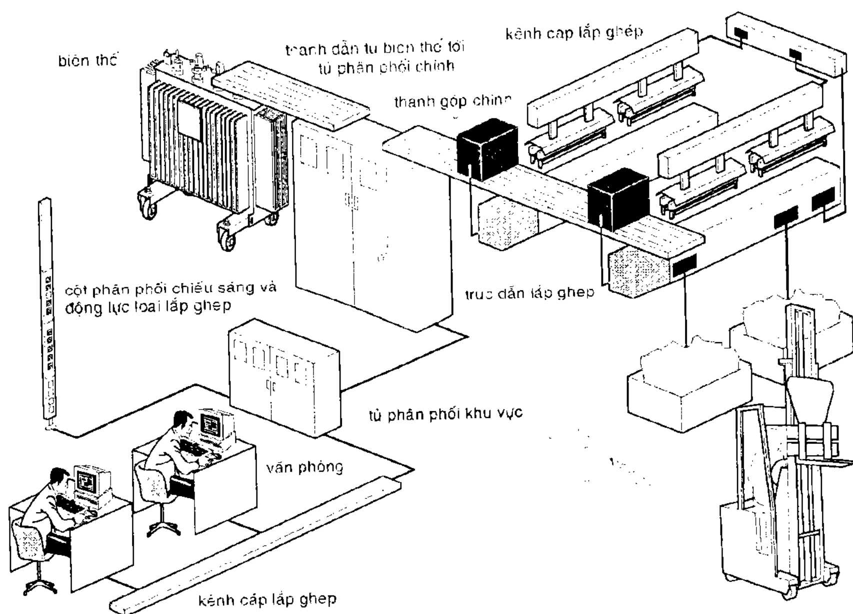


Hình F58. Ví dụ 1: sơ đồ đi dây cho một khách sạn dùng dây dẫn đi trong ống và cáp.

Chọn lựa phương pháp chuẩn

Khi chọn lựa các phương pháp phân phối cần xét các tiêu chuẩn sau: đầu tiên là giá thành và khả năng sửa chữa, mở rộng. Trong trường hợp hệ thống cố định, ít có khả năng sửa chữa hay mở rộng trong tương lai, giải pháp dùng hệ thống ống dẫn và dây cách điện có tính kinh tế hơn. Nếu cần thay đổi mạng điện thường xuyên thì hệ thống kênh cáp lắp ghép (tiền chế) là giải pháp tốt nhất. Thông tin liên quan tới tiết

diện nhỏ nhất cho phép của ống dẫn và cáp trong trường hợp hệ thống điện dùng dây và ống được nêu trong mục 2.1, 2.2, 2.3 chương H1.



Hình F59. Ví dụ 2: sơ đồ phân phối hình tia với thanh cái và các máng cáp lắp ghép cho một nhà kho.

6.2 Ống dẫn, dây dẫn và dây cáp

Tiêu chuẩn 364-5-52 quy định việc chọn và lắp đặt hệ thống dây dẫn dựa trên các nguyên tắc nêu trong IEC 364-1 (liên quan đến cáp và dây dẫn, cách đấu nối, giá đỡ hay giá treo, phương pháp bảo vệ chống những tác động ngoài.

Chọn hệ thống dây và phương pháp lắp đặt theo IEC 364-5-52 (1993).

Chọn hệ thống dây dẫn theo bảng F60.

Bảng F60. Lựa chọn hệ thống dây dẫn

Tình trạng	Cách lắp đặt							
	gắn không cố định	gắn cố định trực tiếp	đường ống	đường dẫn (treo trên mép nhà)	máng cáp	thang cáp, khay cáp, congxom cáp	trên sứ	dây đỡ
Dây trần	-	-	-	-	-	-	+	-
Dây bọc cách điện	-	-	+	+	+	-	+	-
Dây bọc vỏ (sắt và cách điện khoáng chất):								
- cáp đa lõi	+	+	+	+	+	+	0	+
- cáp 1lõi	0	+	+	+	+	+	0	+

(+) cho phép (-) không cho phép (0) không dùng

Các phương pháp lắp đặt cho trong bảng F61.

Bảng F61. Cách đi dây

Tình trạng	Cách lắp đặt							
	gắn không cố định	gắn cố định	đường ống	đường dẫn (treo trên mép nhà)	máng cáp	thang cáp, khay cáp, congxom cáp	trên sứ	dây đỡ
Trong các khoảng trống của tòa nhà	21, 25, 73, 74	0	22, 73, 74	-	23	12, 13, 14, 15, 16	-	-
Kênh cáp	43	43	41, 42	31, 32	4, 23	12, 13, 14, 15, 16	-	-
Chôn dưới đất	62, 63	0	61	-	61	0	-	-
Đi trong kết cấu	52, 53	51	1, 2, 5	33	24	0	-	-
Gắn trên bề mặt	-	11	3	31, 32 71, 72	4	12, 13, 14, 15, 16	18	-
Trên không	-	-	0	34	-	12, 13, 14, 15, 16	18	17
Nằm trong nước	81	81	0	-	0	0	-	-

Các số ở trên là các số chuẩn trong bảng H52 (IEC 364-5-52) (bảng này có 7 trang; 2 trong số đó được chụp một cách đơn giản).

(-) không cho phép (0) không dùng

Bảng F62. Các cách lắp đặt dây

Ví dụ	Mô tả	Qui chuẩn
Phòng	Dây bọc đi trong ống dẫn trong tường cách nhiệt	1
Phòng	Cáp đa lõi đi trong ống chôn trong tường cách nhiệt	2
	Dây cách điện trong ống treo	3
	Cáp một hoặc đa lõi trong ống treo	3A
	Dây cách điện trong máng cáp trên tường Cáp trong máng cáp trên tường	4 4A
	Dây cách điện trong ống chôn trong bêtông	5
	Cáp trong ống chôn trong bêtông	5A
	Cáp có vỏ bọc hoặc cáp có vỏ chì loại 1 lõi hoặc nhiều lõi Trên tường	11

C.F

Tiếp bảng F62

	Trên trần	11A
	Trên khay không lỗ	12
	Trên khay có lỗ	13
	Trên congxom	14
	Trên cái chêm nằm cách tường hoặc trần	15
	Trên thang	16
	Cáp treo trên dây đỡ	17
	Dây trần hoặc dây bọc đặt trên sứ	18

Mã hiệu cho dây dẫn và cáp hạ thế.

Định nghĩa

Dây dẫn được đề cập đến ở đây bao gồm một ruột kim loại nằm trong trong một vỏ cách điện.

Cáp: bao gồm nhiều dây dẫn, cách điện, thường được bọc trong vỏ bảo vệ mềm.

Tuyến cáp bao gồm dây dẫn và cáp cùng với các phương tiện nâng đỡ và bảo vệ, ví dụ như : khay cáp, thang cáp, ống dẫn, mương cáp, v.v... tất cả đều là tuyến cáp (cable-way).

Bảng F63. **Mã hiệu ống dẫn dây theo tiêu chuẩn IEC hiện hành**

Mã ký hiệu mới	3	90	3	2
Mã bắt buộc				
số đầu:				
tính chất cơ				
ràng buộc trung bình về cơ:				
-rất nhẹ	1			
-nhẹ	2			
-trung bình	3			
-cao	4			
-rất cao	5			
Số thứ 2 và thứ 3:				
phân loại theo khả năng chịu nhiệt: loại ống dẫn dây:				
-5°C		05		
-25°C		25		
+90°C		90		
Mã bổ sung				
số bổ sung thứ 1:				
tính uốn:				
cứng			1	
uốn			2	
mềm theo trục ngang			3	
mềm			4	
Số bổ sung thứ hai:				
tính chất điện của ống dẫn dây:				
-liên tục về điện				1
-có thể dùng như cách điện bổ sung				2

Tiếp bảng F63

Mã ký hiệu mới	8	6	1	2	25

Số bổ sung thứ ba: cản chống xâm nhập nước, như:

nước mưa ---------------------------------- 3
nước thấm ---------------------------------- 4
nước phun ----------------------------------5
bụi nước biển ------------------------------6
ngâm tạm thời -----------------------------7
ngâm dài hạn ------------------------------8

Số bổ sung thứ tư: độ cản chống xâm nhập của vật rắn:

vật rắn lớn hơn 2,5mm --3
vật rắn lớn hơn 1mm ---4
bụi --5
chống bụi hoàn toàn --6

Số bổ sung thứ năm: chống ăn mòn: ống dẫn với bảo vệ:

bảo vệ nhẹ ngoài và trong ---1
bảo vệ ngoài trung bình và bên trong loại nhẹ ------------------2
bảo vệ trong và ngoài trung bình -----------------------------------3
bảo vệ nặng bên ngoài và nhẹ bên trong -------------------------4
bảo vệ nặng bên ngoài và trung bình bên trong -----------------5
bảo vệ nặng bên ngoài và bên trong ------------------------------6

Số bổ sung thứ sáu: chống tia mặt trời: ống dẫn với bảo vệ:

độ bảo vệ thấp --1
độ bảo vệ trung bình --2
độ bảo vệ cao ---3

Số qui chuẩn chỉ đường kính ngoài (mm): 16-20-25-32-40-50-63 -------------------

Ký hiệu : Phần lớn các nước có tiêu chuẩn quốc gia để đánh dấu dây dẫn và cáp. Ở Châu Âu, một mã số do CENELEC (Ủy ban tiêu chuẩn hóa điện Châu Âu) thiết lập nhằm thống nhất các loại mã số của các nước thành viên. Các nước này đang nhanh chóng thay thế ký hiệu quốc gia của mình. Cần chú ý rằng một số loại cáp (nhất là các loại được bọc bằng XLPE) không nằm trong bảng ký hiệu thống nhất. Bảng F64 minh họa hình thức và ý nghĩa của mã số.

Bảng F64. **Mã số của dây và cáp theo CENELEC**

Mã CENELEC H | 07 | R | N | - | - | F | 3 | G | 1,5

Cáp "hợp nhất" ---------------- H
Cáp khác cáp "hợp nhất " -- A
cáp theo tiêu chuẩn quốc gia- FRN
điện áp giữa các dây:
- áp lớn nhất 300V ------------------ 03
- áp lớn nhất 500V ---------------- 05
- áp lớn nhất 750V ---------------- 07
- áp lớn nhất 1000V --------------- 1
Ký hiệu cho vật liệu cách điện
- cao su ethylene propylene (EPR) -------- B
- cao su tự nhiên hoặc tương đương ------- R
- polyvinyl chloride (PVC) ------------------ V
- XLPE ------------------------------------ X
- PCP ------------------------------------- N
Ký hiệu của vật liệu vỏ bọc:
- cao su ethylene propylene (EPR) -------------- B
- cao su tự nhiên hoặc tương đương -------------- R
- PVC --- V
- XLPE --- X
- PCP -- N
Kết cấu đặc biệt
- cáp dẹp có phân chia -------------------------------- H
- cáp dẹp không phân chia ---------------------------- H2
Kim loại tạo lõi
- đồng (không có code) --
- nhôm -- A
Ký hiệu lõi:
- lõi đơn cứng -- U
- lõi có tao dây vặn xoắn -- R
- lõi mềm, loại 5 -- F
- lõi mềm chuẩn (lắp cố định)--- K
- lõi độ mềm cao, loại 6 --- H
Kết cấu cáp
- số dây --X
- dấu hiệu nhân nếu dây màu xanh/vàng không có mặt ----------------------X
- dấu hiệu khi có dây xanh/vàng --G
- tiết diện cắt ngang của dây --- X

CENELEC đang thực hiện đề án thống nhất các tiêu chuẩn quốc gia, với ý định dễ dàng hóa trao đổi giữa các quốc gia châu Âu.

C.F

Ví dụ ký hiệu: H07 RN-F 3G 1,5:

Cáp hợp nhất (H),

- áp chuẩn 450/750V (07);
- cách điện cao su (R);
- vỏ bảo vệ Neoprene(N) - Mềm (F) - 3 dây dẫn: 1 dây vàng/xanh (G);
- tiết diện dây dẫn 1,5mm^2.



Hình F65. Loại cáp 3 ruột không bọc sắt tiêu biểu.

Bảng F66. Dây dẫn và cáp thông dụng

Dây và cáp	Ký hiệu thích ứng mã tiêu chuẩn của Pháp	Ký hiệu thích ứng mã CENELEC	Số dây	Tiết diện-điện áp mm^2 V
Cáp cứng bọc XLPE	U 1000 R12N U 1000 R2V U 1000 RVFV U 1000 RGPFV	chưa thống nhất tiêu chuẩn cáp	1 đến 5 1 đến 5 1 đến 5	1,5 -630 1,5 -300 1,5 -240
Cáp cứng với cách điện không có halogen (1)		FRN 1X1X2 FRN 1X1G1 FRN 1X1X2Z4X2 FRN 1X1G1Z4G1	1 đến 5 1 đến 5 1 đến 5 1 đến 5	1,5 -630 1,5 -630 1,5 -300 1,5 -300
Cáp mềm cách điện bằng chất nhựa đàn hồi		H 07 RN -F FRN 07 RN-7	2 đến 5 7 đến 37	1,5 -500 1,5 -4
Cáp cách điện PVC		FRN 05VV-U FRN 05VV-R H 05VV-F H 05VVH2-F	2 đến 5 2 đến 5 2 đến 5 2	1,5 -35 1,5 -35 0,75 -2,5 0,75 -
Dây cách điện PVC		H 07V-U H 07V-R H 07VK	1 1 1	1,5 -400 1,5 -400 1,5 -240
Dây với cách điện không có halogen		FRN 0...U FRN 0...R FRN 0...	1 1 1	1,5 -xxx 1,5 -xxx 1,5 -xxx

(1) cáp loại C1 (cáp chống cháy)

Cách nhận biết dây dẫn hạ áp

Dây dẫn và cáp hạ thế thường được ký hiệu bằng màu hoặc bằng số. Theo IEC 446 việc đánh dấu tuân theo 3 qui tắc sau:

- Qui tắc 1 : sọc màu vàng và xanh được dành riêng cho dây dẫn bảo vệ PE hoặc PEN.
- Qui tắc 2 : nếu mạch có dây trung tính nó phải có màu xanh sáng (hoặc đánh dấu số 1 nếu trên cáp đa lõi có trên 5 dây). Nếu mạch điện không có dây trung tính, dây màu xanh sáng có thể dùng làm dây pha nếu cáp có nhiều dây.
- Qui tắc 3 : dây pha có thể có các màu ngoại trừ :

- xanh và vàng;
- xanh lá cây;
- vàng;
- xanh sáng (xem qui tắc 2).

C.F

Chú ý: Nếu mạch cần dây bảo vệ nhưng dây cáp không có dây dẫn xanh sọc vàng, dây bảo vệ có thể là:

- dây rời có cách điện với sọc màu xanh - vàng, hoặc
- dây xanh sáng nếu mạch không có trung tính, hoặc
- dây đen nếu mạch có trung tính.

Trong 2 trường hợp cuối dây phải đánh dấu bằng băng keo xanh sọc vàng ở đầu và dọc theo phần hở.

7. TÁC ĐỘNG CỦA MÔI TRƯỜNG NGOÀI

Mỗi hệ thống điện tạo ra một môi trường tương đối nguy hiểm cho người và máy móc, thiết bị.

Điều kiện môi trường ảnh hưởng đến việc xác định và chọn lựa vật liệu lắp đặt thích hợp cũng như các biện pháp bảo vệ người lao động. Tất cả những điều kiện môi trường nói trên gọi chung là "tác động ngoài".

7.1 Phân loại

> *Cần xét đến tác động của môi trường ngoài khi chọn:*
>
> - *các biện pháp thích hợp để đảm bảo an toàn cho người lao động (đặc biệt trong lưới điện);*
> - *đặc tính của các thiết bị điện như chỉ số bảo vệ IP, độ bền cơ học, độ thấm nước.*

Các tiêu chuẩn quốc gia liên quan đến tác động ngoài bao gồm một sơ đồ phân loại dựa trên hoặc gần giống với tiêu chuẩn quốc tế IEC 364-3. Tiêu chuẩn này giải thích chi tiết mỗi loại tác động theo sơ đồ ký hiệu IEC dưới đây; tuy nhiên, một danh sách tác động ngoài trích từ phụ lục A của văn bản IEC được đưa ra trong bảng F67.

Ký hiệu

Mỗi điều kiện của tác động ngoài được ký hiệu bằng một mã số gồm một nhóm hai chữ cái và một số như :

- chữ cái đầu chỉ ra loại tổng quát của tác động:

A - môi trường

B - sử dụng

C - cấu trúc tòa nhà

- chữ cái thứ 2 chỉ ra bản chất của tác động ngoài.

Con số cho biết nhóm loại trong mỗi tác động ngoài.

Ví dụ: AC2 có nghĩa là:

A - môi trường

AC - độ cao - môi trường

AC2 - độ cao môi trường lớn hơn 2000m

Ghi chú: Ký hiệu trong chương này không nên dùng để đánh dấu thiết bị.

7.2 Bảo vệ dùng tủ: ký hiệu IP

Mức độ bảo vệ của tủ được chỉ ra trong ký hiệu IP, được nêu lên trong IC 529 (1989). Việc bảo vệ là để chống lại những tác động ngoài sau đây:

- sự xâm nhập của các vật cứng;
- bảo vệ con người chống tiếp xúc với phần có điện, chống bụi, chống thấm;
- bảo vệ chống thâm nhập của bụi;
- bảo vệ chống thâm nhập của chất lỏng.

C.F

Bảng F67. Danh mục các tác động ngoài (theo phụ lục A của IEC364-3)

A	(môi trường)				
AA	**Môi trường (^{0}C)**	AE2	nhỏ	**AL**	**Động vật**
AA1	-60 ^{0}C +5^{0}C	AE3	rất nhỏ	AL1	không nguy hiểm
AA2	-40 ^{0}C +5^{0}C	AE4	bụi	AL2	nguy hiểm
AA3	-25 ^{0}C +5^{0}C	**AF**	**Ăn mòn**	**AM**	**Bức xạ**
AA4	-5 ^{0}C +40^{0}C	AF1	bỏ qua	AM1	bỏ qua
AA5	+5 ^{0}C +40^{0}C	AF2	khí quyển	AM2	dòng lạc
AA6	+5 ^{0}C +60^{0}C	AF3	gián đoạn	AM3	điện từ
AB	**Độ ẩm**	AF4	liên tục	AM4	ion hóa
AC	**Độ cao (m)**	**AG**	**Mức va chạm**	AM5	tĩnh điện
AC1	≤2000	AG1	thấp	AM6	cảm ứng
AC2	>2000	AG2	bình thường	**AN**	**Mặt trời**
AD	**Nước**	AG3	cao	AN1	bỏ qua

Tiếp bảng F67

AD1	bỏ qua	AH	Dao động	AN2	đáng kể
AD2	giọt	AH1	thấp	AP	Địa chấn
AD3	bụi	AH2	trung bình	AP1	bỏ qua
AD4	bắn nước	AH3	cao	AP2	thấp
AD5	vòi phun	AJ	Ứng lực cơ khác	AP3	trung bình
AD6	sóng	AK	Thực vật	AP4	cao
AD7	ngâm	AK1	không nguy hiểm	AQ	Sét
AD8	chìm	AK2	nguy hiểm	AQ1	bỏ qua
AE	Vật lạ			AQ2	gián tiếp
AE1	bỏ qua			AR	Gió
B (sử dụng)					
BA	Khả năng	BC2	thấp	BD4	mật độ cao/ khó thoát
BA1	bình thường	BC3	thường xuyên	BE	Vật liệu
BA2	trẻ em	BC4	liên tục	BE1	không nguy hiểm
BA3	tàn tật	BD	Sơ tán	BE2	nguy cơ cháy
BA4	được đào tạo	BD1	mật độ thấp/dễ thoát	BE3	nguy cơ nổ
BA5	có tay nghề	BD2	mật độ thấp/khó thoát	BE4	nguy cơ ô nhiễm
BB	Điện trở của người	BD3	mật độ cao/ dễ thoát		
BC	Tiếp xúc với đất				
BC1	không				
C (tòa nhà)					
CA	Vật liệu	CB	Kết cấu	CB3	chuyển động kết cấu
CA1	không cháy	CB1	nguy hiểm có thể bỏ qua	CB4	mềm dẻo
CA2	cháy	CB2	dễ cháy		

IP 2 3 C H

Mã chữ cái (international Protection) ---------------

Số đặc trưng đầu tiên (từ số 0 đến 6, hoặc chữ X) ------------

Số đặc trưng thứ hai (từ số 0 đến 8, hoặc chữ X) -------------------------

Chữ cái bổ sung (chữ A,B, C, D) (không bắt buộc) -------------------------------

Chữ cái phụ (chữ H, M, S, W) (không bắt buộc) ---

Hình F68. Cách ký hiệu IP.

Nếu chữ số không được chỉ ra nó phải được thay thế bằng chữ X. Chữ cái thêm và phụ có thể bỏ mà không cần thay thế.

Ghi chú: Ký hiệu IP dùng cho thiết bị điện với điện áp không lớn hơn 72,5 kV.

Mã IP và ý nghĩa của nó

Bảng F69. Các phần tử của ký hiệu IP

Phần tử	Số hoặc chữ cái	Ý nghĩa cho bảo vệ thiết bị	Ý nghĩa cho bảo vệ người
Mã chữ cái	IP	-	-
Chữ số đặc trưng đầu	 0 1 2 3 4 5 6	Chống xâm nhập của vật rắn (không được bảo vệ) - đường kính ≥50mm - đường kính ≥12,5mm - đường kính ≥2,5mm - đường kính ≤1,0mm - bảo vệ bụi bẩn - bảo vệ chống bụi một cách hoàn toàn	Chống tiếp xúc với phần có điện bằng (không được bảo vệ) - tay - ngón tay - dụng cụ - dây - dây - dây
Chữ số đặc trưng thứ hai	 0 1 2 3 4 5 6 7 8	Chống xâm nhập của nước có hại (không được bảo vệ) - giọt đứng - nhỏ giọt (15^0 nghiêng) - bụi nước - bắn nước - vòi phun - phun mạnh - ngâm tạm thời - ngâm liên tục	
Chữ cái bổ sung (không bắt buộc)	A B C D		Chống tiếp cận với các phần có điện bằng: - tay - ngón tay - dụng cụ - dây
Chữ cái phụ (không bắt buộc)	H M S W	Thông tin bổ sung cho: - điện áp cao - chuyển động khi thử nghiệm dưới nước - đứng yên khi thử nghiệm dưới nước - điều kiện thời tiết	

C.F

Các ví dụ dùng chữ trong IP

Các ví dụ sau giải thích cách dùng và bố trí các chữ cái trong IP

IP44 - không có chữ cái

IPX5 - không có chữ số đặc trưng đầu

IP2X - chữ số thứ hai không có

IP2OC - dùng thêm chữ cái

IPXXC - bỏ qua hai chữ số đặc trưng dùng thêm chữ cái

IPX1C - bỏ chữ số đầu, bổ sung chữ cái

IP3XD - bỏ chữ số thứ nhì dùng thêm chữ cái

IP23S - dùng chữ cái phụ

IP21CM - dùng cả hai chữ cái bổ sung và phụ

IPX5/IPX7 - nêu ra hai mức độ bảo vệ khác nhau chống lại vòi nước phun và bị ngập tạm thời.

Các ví dụ dùng ký hiệu IP:

+ ký hiệu IP không dùng chữ cái bắt buộc: IP34 (2 chữ số đặc trưng: 3 và 4).

Tủ có ký hiệu này:

(3) - bảo vệ người sử dụng dụng cụ có đường kính lớn hơn hoặc bằng 2,5 mm không đụng tới những vùng nguy hiểm;

- bảo vệ thiết bị bên trong tủ chống sự thâm nhập những vật cứng đường kính lớn hơn hoặc bằng 2,5 mm;

(4) - bảo vệ thiết bị bên trong tủ chống lại những tác động có hại do nước tạt từ mọi hướng vào tủ;

+ ký hiệu IP dùng các chữ cái không bắt buộc: IP 23CS (có cả chữ cái bổ sung và phụ).

Tủ kiểu này:

(2) - bảo vệ người không cho phép chạm tay vào những phần nguy hiểm, chống lại sự thâm nhập của các vật cứng có đường kính từ 12,5mm trở lên;

(3) - bảo vệ thiết bị bên trong tủ chống lại tác động của bụi nước vào tủ.

(C) - bảo vệ người sử dụng dụng cụ (đường kính 2,5mm trở lên và không dài quá 100mm) không tiếp xúc với những phần nguy hiểm (dụng cụ có thể được đưa sâu vào trong tủ);

(S) - thử nghiệm cho bảo vệ chống lại sự thấm nước khi mọi bộ phận của thiết bị đứng yên (rôto của động cơ). Chữ cái S là chữ cái phụ (bổ sung).

Trong phạm vi của quyển sách này không thể miêu tả chi tiết các dạng bảo vệ. Muốn biết thêm chi tiết để ứng dụng và thí nghiệm của IP xin tham khảo IEC 529 (1989).

Thâm nhập vào trong tủ bảo vệ

Trong trạng thái hoạt động bình thường, các cửa và bảng thảo lắp được vì mục đích bảo trì sẽ được đóng lại, nhưng phần lớn các tủ có lỗ thông hơi. Việc sửa chữa qua lỗ thông hơi bằng dụng cụ từ bên ngoài (tuôcnơvít, cờlê ....) là phổ biến, trong khi việc thâm nhập giới hạn đến những phần an toàn của một tủ lại thường có dạng lỗ hổng vừa bàn tay với một tấm chắn tháo lắp được. Những sự thâm nhập như vậy, trong trường hợp phần bên trong tủ không được thiết kế cẩn thận để ngăn ngừa, có thể dẫn đến tai nạn điện giật.

Hình F70 chỉ ra các loại đầu dò IEC dùng để kiểm tra việc bảo vệ chống lại những nguy hiểm như vậy và ký hiệu IP tương ứng cho mỗi đầu dò.

Số đầu	Chữ cái bổ sung	Đầu dò	Lực kiểm tra
	A	quả cầu đường kính 50mm khoảng 100; Ø10; Ø50; Ø45 tay cầm (vật liệu cách điện); cái chắn; quả cầu cứng bằng kim loại	50 N ± 10%
2	B	tay nối thử 80; Ø12 vật liệu cách điện; bề mặt chắn; tay nối thử (kim loại) (Ø50x20)	10 N ± 10%
3	C	dây thử, đường kính 2,5mm, dài 100mm khoảng 100; 100; Ø10; Ø2,5; Ø35 tay cầm (vật liệu cách điện); bề mặt chắn (vật liệu cách điện); đầu không có gờ sắc; cọc cứng (kim loại)	3 N ± 10%
4, 5, 6	D	dây thử, đường kính 1mm, dài 100mm khoảng 100; 100; Ø10; Ø1; Ø35 tay cầm (vật liệu cách điện); bề mặt chắn (vật liệu cách điện); đầu không có gờ sắc; dây thử (kim loại)	1 N ± 10%

Hình F79. Đầu dò để kiểm tra bảo vệ an toàn chống tiếp xúc với các phần có điện.

Bảo vệ chống những va chạm cơ học: việc chọn lựa thiết bị theo chỉ số IP chỉ có thể đảm bảo an toàn nếu tủ đủ cứng để chịu được những tác động cơ học đặc biệt là lực va đập, chống biến dạng có thể làm thay đổi loại IP. Đặc điểm của những thiết bị đó phải bao gồm ký hiệu AG tương ứng (AG1, 2, 3). Tùy theo mức độ nặng nhẹ của những va đập được thống nhất hóa vào tháng 11/1993, việc kiểm tra được dựa trên bốn mức năng lượng va đập.

Mức độ	Năng lượng, Joule
1	0,255
2	2.0
3	6,0
4	20,0

Những giá trị này nên được dùng trong đặc tính kỹ thuật theo IEC 364-3.

Bảo vệ chống ăn mòn

Vì những lý do tương tự như trên (nghĩa là giảm mức độ bảo vệ do tác động ngoài), khả năng làm yếu tủ hay các lỗ hổng bị ăn mòn cần phải được xem xét. Mức độ nghiêm trọng của sự ăn mòn phải được chỉ ra trong đặc tính kỹ thuật của thiết bị bằng ký hiệu AF (AF1, 2, 3, 4) như chỉ ra trong mục 321 của IEC 364-3.

CHƯƠNG G

BẢO VỆ CHỐNG ĐIỆN GIẬT

1. TỔNG QUAN

1.1 Điện giật

Nếu một dòng điện lớn hơn 30 mA đi qua một phần thân thể người không được cắt kịp thời thì sẽ gây nguy hiểm cho tính mạng.

Bảo vệ người chống điện giật trong mạng hạ áp phải tương ứng với các tiêu chuẩn của từng quốc gia, với các qui định qui phạm, các hướng dẫn và các văn bản cụ thể.

Các tiêu chuẩn IEC được đề cập gồm IEC364, IEC4791, IEC755, IEC1008, IEC1009, IEC947 của phụ lục B.

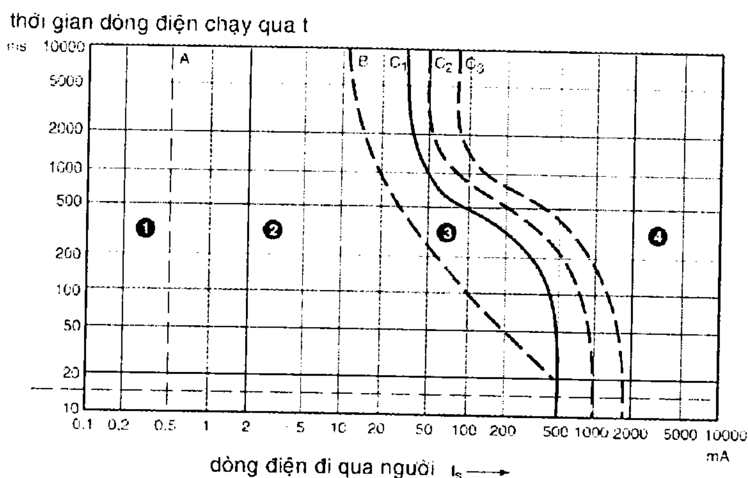
C.G

Điện giật

Điện giật gây nên những hậu quả sinh học lên cơ thể người do có dòng điện đi qua thân người. Dòng điện đi qua người sẽ ảnh hưởng đến các chức năng tuần hoàn và hô hấp, đôi khi có thể gây phỏng. Mức độ nguy hiểm đối với nạn nhân là một hàm theo biên độ dòng điện, theo những phần cơ thể dòng điện chạy qua và thời gian duy trì dòng điện này.

Tiêu chuẩn IEC479-1 xác định 4 vùng tương ứng với quan hệ biên độ dòng/ thời gian tồn tại, mỗi trường hợp đều có sự mô tả các ảnh

hưởng về mặt sinh học (hình G1). Bất kỳ người nào, khi tiếp xúc trực tiếp với điện đều bị những mối nguy hiểm do điện giật.



Hình G1. Đường cong C_1 (theo IEC479-1) xác định những giới hạn về giá trị dòng điện/ thời gian tồn tại qua người.

1 - Không nhận biết

2 - Có thể nhận biết

3 - Có thể xảy ra hiện tượng co rút bắp thịt

4 - Những hậu quả có khả năng xảy ra:

C_1 - Không ảnh hưởng đến nhịp tim

C_2 - 5% có ảnh hưởng tới nhịp tim

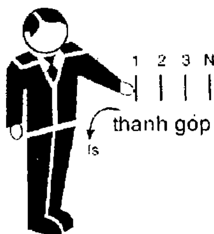
C_3 - 50% có khả năng ảnh hưởng tới nhịp tim

1.2 Chạm trực tiếp và chạm gián tiếp

Các tiêu chuẩn và các qui định là khác nhau đối với hai loại chạm điện nguy hiểm sau:

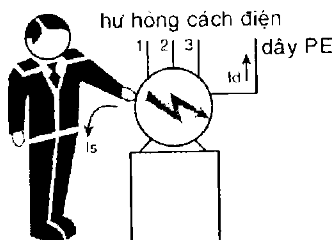
- *chạm trực tiếp;*
- *chạm gián tiếp.*

Chạm trực tiếp: Chạm trực tiếp xảy ra khi một người tiếp xúc với dây dẫn trần mang điện trong những tình trạng bình thường.



Hình G2. Chạm trực tiếp

I_s : dòng chạm



Hình G3. Chạm gián tiếp

I_d: dòng chạm vỏ

Chạm gián tiếp xảy ra khi một người tiếp xúc với phần dẫn điện mà lúc bình thường không có điện, nhưng có thể tình cờ trở nên dẫn điện (do hư hỏng cách điện hoặc do vài nguyên nhân khác).

C.G

2. BẢO VỆ CHỐNG CHẠM TRỰC TIẾP

> *Hai biện pháp bảo vệ chống nguy cơ chạm điện trực tiếp thường được coi là bắt buộc bởi vì trong thực tế biện pháp đầu thường không đảm bảo.*

Hai biện pháp bổ trợ nhau thường được áp dụng để bảo vệ chống những nguy hiểm do chạm điện trực tiếp là:

- ngăn ngừa kiểu vật lý chống tiếp xúc trực tiếp với phần tử mang điện bằng rào chắn , bọc cách điện v.v..;

- bảo vệ phụ khi xảy ra chạm điện trực tiếp, mặc dù đã có các biện pháp cách điện trên. Bảo vệ phụ này dựa trên các rơle tác động nhanh, độ nhạy cao làm việc dựa trên dòng rò (residual-current). Các rơle này

đạt hiệu quả cao trong các trường hợp chủ yếu khi có xảy ra chạm điện trực tiếp.

2.1 Các biện pháp bảo vệ chống chạm điện trực tiếp

IEC và các tiêu chuẩn quốc gia thường phân biệt các mức độ bảo vệ:

- *toàn bộ (bọc cách điện , đóng kín ...);*
- *từng phần hay đặc biệt.*

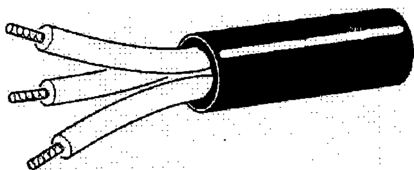
a) Các biện pháp bảo vệ toàn bộ

Bảo vệ bằng bọc cách điện các phần mang điện: cách bảo vệ này sử dụng lớp cách điện thích ứng với các tiêu chuẩn tương ứng. Sơn mài và vecni không đáp ứng được yêu cầu bảo vệ này.

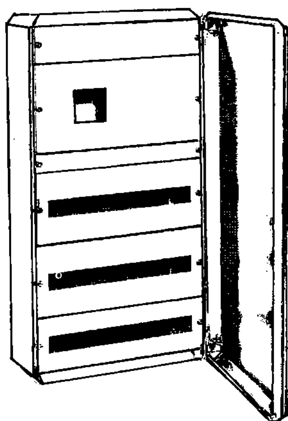
Bảo vệ bằng các rào chắn hoặc các vỏ bọc: biện pháp này được áp dụng rộng rãi do thường có nhiều thành phần và vật liệu được lắp đặt trong các tủ, trên các cột điện, các panel điều khiển và các tủ phân phối, v.v.. Để bảo vệ hữu hiệu chống điện giật trực tiếp, các thiết bị này cần có mức bảo vệ thấp nhất tương đương IP2X hặc IPXXB (xem chương F mục 7.2).

Hơn nữa, các phần tử của các tủ (cửa panel, ổ kéo, hộc), v.v.. phải được mở hoặc kéo hoặc lấy ra chỉ khi:

- sử dụng chìa khóa hoặc các dụng cụ đặc biệt chuyên dùng, hoặc
- sau khi đã hoàn toàn cách ly khỏi phần mang điện trong tủ, hoặc
- cùng với hoạt động tự động của một nắp kim loại chỉ được mở bằng chìa khóa hay các dụng cụ chuyên dùng. Các tủ hoặc nắp kim loại phải được nối vào dây nối đất của mạng.



Hình G4. Bảo vệ chống chạm điện trực tiếp thường dùng bằng cách bọc cách điện của cáp 3 pha có vỏ bọc ngoài.



Hình G5. Ví dụ của ngăn ngừa chạm điện gián tiếp bằng cách vỏ kim loại được nối đất.

C.G

b) Các biện pháp bảo vệ từng phần

Bảo vệ được thực hiện bằng cách sử dụng các chướng ngại vật hay đặt ở ngoài tầm với tới. Chỉ có các nhân viên có thẩm quyền mới được quyền tiếp cận các vị trí này.

Các biện pháp đặc biệt để bảo vệ

Bảo vệ bằng cách sử dụng điện áp lưới cực thấp SELV (Safety Extra Low Voltage). Biện pháp này chỉ được sử dụng trong mạch công suất thấp và trong các trường hợp đặc biệt, sẽ được mô tả ở mục G3.5.

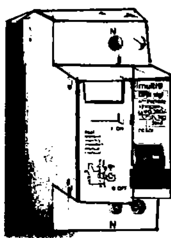
2.2 Biện pháp bổ sung cho bảo vệ chống chạm điện trực tiếp

Một biện pháp bổ sung cho bảo vệ chống những nguy hiểm do chạm điện trực tiếp là sử dụng các thiết bị làm việc với dòng rò, các thiết bị này làm việc ở 30mA hoặc thấp hơn như loại RCD với độ nhạy cao.

Tất cả các biện pháp bảo vệ đã nêu trên có thể nói là đủ để ngăn ngừa chạm điện, tuy nhiên kinh nghiệm vận hành cho thấy đôi khi vẫn dẫn đến sai sót do nhiều nguyên nhân có thể kể ra như sau:

- thiếu sự bảo trì thích hợp;
- sự bất cẩn, vô ý;
- rách chỗ bọc cách điện, ví dụ sự trầy xước và gãy do bị gập lại của các đầu nối;
- những chạm điện do vô tình;
- bị nhấn chìm trong nước, đây là tình trạng nếu kéo dài thì chẳng bao lâu cách điện sẽ không còn hữu hiệu nữa.

Nhằm bảo vệ người sử dụng trong những trường hợp trên, những thiết bị cắt nhanh, có độ nhạy cao, dựa trên việc kiểm tra dòng rò đối với đất (dòng này có thể hoặc không thể đi qua người hoặc súc vật) được sử dụng để cắt nguồn một cách tự động với thời gian đủ nhanh để ngăn ngừa những tổn thương hoặc gây chết người có sức khoẻ bình thường do dòng điện đi qua người.



Hình G6. RCD độ nhạy cao.

Những quy định về mạng điện của IEC bắt buộc sử dụng các RCD trên các mạch cấp điện cho ổ cắm ngoài đặt ở các vị trí đặc biệt có thể nguy hiểm hoặc được dùng cho các mục đích đặc biệt. Một vài quốc gia có các qui định bắt buộc sử dụng RCD trên tất cả các mạch có ổ cắm ngoài.

Những thiết bị RCD làm việc dựa trên nguyên tắc đo dòng sai lệch. Dòng này xuất hiện khi có sự khác biệt giữa dòng vào và ra khỏi một mạch điện. Dòng rò phải là dòng chạy vào đất (đối với hệ thống có trung tính nối đất) qua chỗ cách điện bị chọc thủng hoặc qua chỗ tiếp xúc với vật thể nối đất (ví dụ người) với dây pha.

Các thiết bị bảo vệ dòng rò chuẩn ví dụ RCD có dòng tác động định mức là 30mA, thích hợp và đủ nhạy để bảo vệ chống chạm trực tiếp.

Các tiêu chuẩn IEC khác đối với rơle RCD có độ nhạy cao hơn có dòng tác động ở 10mA và 6mA (thường được sử dụng cho bảo vệ dụng cụ riêng lẻ).

Các bảo vệ phụ thêm này là bắt buộc ở một vài quốc gia đối với mạng điện có ổ cắm ngoài lên tới 32A và cao hơn, nếu chúng được đặt ở chỗ ẩm ướt và hoặc mang tính tạm thời (ví dụ như công trường).

Chương L mục 3 phân loại các vị trí thông thường khác nhau được đặt RCD có độ nhạy cao như một điều bắt buộc (ở một vài quốc gia), nhưng dù sao đây được xem là biện pháp bảo vệ hữu hiệu chống cả hai loại chạm điện trực tiếp và gián tiếp.

3. BẢO VỆ CHỐNG CHẠM ĐIỆN GIÁN TIẾP

Các qui định của các nước đối với mạng hạ áp bắt buộc hoặc nhấn mạnh việc cung cấp những thiết bị bảo vệ chống chạm điện gián tiếp.

Các biện pháp bảo vệ là:

- tự động cắt nguồn (sự cố điểm thứ nhất hoặc thứ hai, phụ thuộc vào cách nối đất của hệ thống);

- các biện pháp riêng biệt được áp dụng tùy từng trường hợp.

Các phần kim loại (1) được sử dụng trong cấu trúc của các thiết bị điện, tuy nhiên chúng không phải là một phần trong mạch điện của thiết bị. Các phần kim loại này được cách ly khỏi phần mang điện bằng các "lớp cách điện cơ bản". Khi các lớp cách điện này bị phá hỏng, các phần kim loại nói trên sẽ mang điện.

Tiếp xúc với phần kim loại của các thiết bị điện đã bị chạm do hỏng cách điện được coi là chạm điện gián tiếp.

Nhiều biện pháp thích hợp khác nhau được sử dụng bảo vệ chống mối nguy hiểm này bao gồm:

a) Tự động cắt nguồn cung cấp cho thiết bị bị chạm vỏ.

b) Có những kế hoạch đặc biệt như:

+ sử dụng vật liệu cách điện cấp II hay một cấp cách điện tương tương;

+ làm cho các nơi đặt thiết bị điện thành không dẫn điện (2)– Đặt thiết bị điện ngoài tầm tay với hoặc có rào chắn giữa các vị trí;

+ tạo lưới đẳng thế;

+ tạo cách ly về điện bằng các biến áp cách ly.

Chú thích:

(1) Phần kim loại có thể bị chạm, được đề cập ở đây là những bộ phận cần được nối đất (gọi là vỏ kim loại).

(2) Định nghĩa điện trở của tường, sàn và trần đối với các địa điểm không dẫn điện được cho ở mục G3.5.

3.1 Các biện pháp bảo vệ bằng cách tự động cắt nguồn cung cấp

Bảo vệ chống nguy hiểm do chạm điện gián tiếp bằng cách cắt nguồn cung cấp có thể thực hiện được nếu các vỏ kim loại của các thiết bị điện được nối đất đúng.

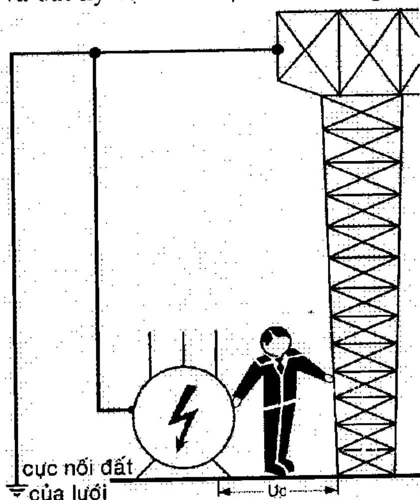
Nguyên tắc: Biện pháp bảo vệ này phụ thuộc vào 2 yêu cầu căn bản:

- việc nối đất của tất cả vỏ kim loại của các thiết bị trên mạng và kết cấu của lưới đẳng thế (xem phụ lục F4.1);

- tự động cắt phần mang điện có liên quan, sao cho các yêu cầu về an toàn điện áp tiếp xúc /thời gian an toàn tương ứng với mức điện áp tiếp xúc U_C (3) được tuân thủ.

(3) Điện áp tiếp xúc U_C là điện áp tồn tại (do hậu quả của hư hỏng cách điện) giữa vỏ kim loại của thiết bị và bất kỳ vật dẫn điện khác mang điện thế khác trong tầm với của người.

Giá trị U_C càng lớn càng phải nhanh chóng cắt nguồn cung cấp (xem bảng G8 và G9). Giá trị cao nhất của U_C có thể được xem là không nguy hiểm cho người được gọi là giới hạn về mức điện áp tiếp xúc U_L.



Hình G7. Minh họa điện áp tiếp xúc nguy hiểm U_c giữa hai tay người.

C.G

Thời gian cắt tới hạn

Trong vận hành, thời gian cắt và việc chọn sơ đồ bảo vệ phụ thuộc vào loại hệ thống nối đất có liên quan như TT, TN hay IT.

Thời gian cắt tới hạn: hầu hết các địa phương đều chấp nhận điện áp tiếp xúc cho phép là 50V. Đôi khi giá trị này là 25V (xem G4 và L3).

Bảng G8. Thời gian cắt lớn nhất an toàn theo giá trị giả định điện áp tiếp xúc trong điều kiện $U_L = 50$ V [1]

Điện áp tiếp xúc giả định (V)	Thời gian cắt lớn nhất của thiết bị bảo vệ (s)	
	dòng xoay chiều	dòng một chiều
<50	5	5
50	5	5
75	0,60	5
90	0,45	5
120	0,34	5
150	0,27	1
220	0,17	0,40
280	0,12	0,30
350	0,08	0,20
500	0,04	0,10

(1) điện trở của sàn và giày được tính đến ở đây.

Bảng G9. Thời gian cắt lớn nhất an toàn theo giá trị giả định điện áp tiếp xúc trong điều kiện $U_L = 25$V

Điện áp tiếp xúc giả định (V)	Thời gian cắt lớn nhất cho thiết bị bảo vệ (s)	
	Dòng xoay chiều	Dòng một chiều
25	5	5
50	0,48	5
75	0,30	2
90	0,25	0,80
110	0,18	0,50
150	0,12	0,25
230	0,05	0,06
280	0,02	0,02

3.2 Tự động cắt nguồn đối với mạng nối đất kiểu TT

Tự động cắt nguồn đối với mạng nối đất kiểu TT được thực hiện có hiệu quả nhờ các RCD có độ nhạy:

$$I_{\Delta n} \leq \frac{U_L}{R_A} = \frac{50V^*}{R_A}$$

R_A - điện trở điện cực nối đất của mạng

** Trong vài trường hợp có thể là 25 V*

Nguyên tắc

Trong sơ đồ này bắt buộc tất cả các phần vỏ kim loại hoặc bộ phận nối đất tự nhiên (vật dẫn tự nhiên) của mạng phải được nối với cực nối đất chung. Điểm nối đất trung tính của nguồn thường nằm ngoài ảnh hưởng đối với cực nối đất an toàn của mạng, tuy nhiên điều này đôi khi không cần thiết.

C.G

Tổng trở của mạch vòng sự cố chạm đất bao gồm chủ yếu cả hai loại điện cực nối đất mắc nối tiếp (của nguồn và của mạng điện). Vì vậy biên độ của dòng điện chạm đất thường quá nhỏ để các rơle chống chạm đất hoặc cầu chì có thể tác động được. Do đó việc sử dụng các rơle so lệch để bảo vệ là cần thiết .

Nguyên tắc bảo vệ này cũng có thể áp dụng nếu chỉ có một điện cực nối đất chung. Nhất là trong trường hợp dùng trạm khách hàng, khi mà giới hạn không gian yêu cầu sử dụng sơ đồ TN, tuy nhiên lại không có đầy đủ các điều kiện cho sơ đồ TN.

Bảo vệ tự động đối với mạng được nối đất kiểu TT đảm bảo độ nhạy bằng cách sử dụng RCD có:

$$I_{\Delta n} \leq \frac{U_L}{R_A} = \frac{50V}{R_A}$$

R_A - điện trở các cực nối đất an toàn của mạng ;

$I_{\Delta n}$ - dòng điện so lệch tác động định mức.

Đối với bảo vệ thực hiện có tính cách tạm thời (ví dụ các công trường) và khu vực nông nghiệp, làm vườn, giá trị U_L trong công thức phải được thay bằng 25 V.

Ví dụ:

Điện trở nối đất trung tính của trạm là R_n = 10 Ω. Điện trở nối đất của mạng R_A = 20 Ω. Dòng điện chạm đất I_d = 7,7 A. Điện áp tiếp xúc $U_C = R_A.I_d$ = 7,7 x 20 = 154 V và đây là trị số nguy hiểm. Dòng so lệch là:

$$I_{\Delta n} = \frac{50}{20} = 2{,}5\ A$$

Do đó RCD tiêu chuẩn 300mA sẽ tác động sau 30ms để cắt nguồn khi điện áp tiếp xúc là 50V. Vậy khi xuất hiện U_C > 50V ở phần bị chạm vỏ, các thiết bị này sẽ tác động cắt nguồn một cách chắc chắn.

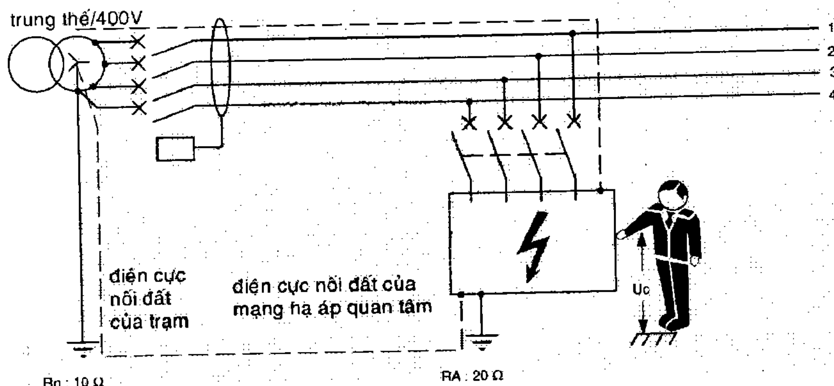
Thời gian cắt

Thời gian cắt của các RCD thường nhỏ hơn như đã được mô tả trong hầu hết các tiêu chuẩn quốc gia. Tính chất này thích hợp cho việc sử dụng chúng và cho phép dùng các sơ đồ phối hợp bảo vệ hữu hiệu.

RCD là tên thông dụng của tất cả các thiết bị bảo vệ làm việc theo dòng rò. RCCB (*) (CB tự động cắt theo dòng rò (residual current circuit breaker)) được mô tả trong tiêu chuẩn IEC 1008 là một loại đặc trưng của RCD.

Loại G (thông thường) và loại S (chọn lọc) có đặc tuyến thời gian cắt/dòng điện được cho ở bảng G11. Những đặc tuyến này cho phép đảm bảo một mức độ cắt có chọn lọc khi phối hợp bảo vệ của các CB. Điều này sẽ được trình bày rõ ở mục 4-3.

* RCCB của hãng Merlin Gerin



Hình G10. Tự động cắt nguồn cung cấp đối với mạng được nối đất kiểu TT.

Bảng G11. Thời gian cắt lớn nhất của các RCCB (tiêu chuẩn IEC1008)

$I_{\Delta n}$	1	2	5	>5
Cắt tức thời (ms)	300	150	40	40
Dân dụng Loại S (ms)	500	200	150	150
I** (công nghiệp) (ms)	150	150	150	150

** Chú ý: từ CB (Circuit breaker) không có nghĩa là các RCCB có thể cắt được dòng ngắn mạch. Muốn cắt được dòng ngắn mạch, RCD phải sử dụng RCBO (O có nghĩa là quá dòng) như đã mô tả trong IEC1009.

3.3 Tự động cắt điện đối với mạng được nối đất kiểu TN

Nguyên tắc của sơ đồ nối đất kiểu TN là nhằm đảm bảo dòng chạm đất đủ để các thiết bị bảo vệ quá dòng tác động (cắt trực tiếp, rơle quá dòng và các cầu chì) vì vậy: $I_a \leq \frac{U_0}{Z_S}$ *hoặc* $0{,}8\frac{U_0}{Z_C}$

C.G

Nguyên lý

Mạng nối đất kiểu TN có tất cả các vỏ kim loại của thiết bị và các bộ phận nối đất tự nhiên (vật dẫn tự nhiên) được nối trực tiếp tới điểm nối đất của nguồn cung cấp bằng dây bảo vệ.

Như đã mô tả ở chương F, sự kết nối sẽ phụ thuộc vào cách nối TN-C, TN-S hoặc TN-C-S của nguyên lý TN.

Hình G12 trình bày phương pháp nối kiểu TN-C, trong đó dây trung tính có chức năng vừa là dây nối đất bảo vệ (Protective Earth) và vừa là dây trung tính của mạng (Neutral). Trong tất cả các mạng kiểu TN, những sự cố chạm đất do chọc thủng cách điện sẽ dẫn đến ngắn mạch pha - đất (trung tính).

Các dòng sự cố lớn làm đơn giản hóa các yêu cầu về bảo vệ nhưng có thể làm tăng cao điện áp tiếp xúc quá 50% điện áp pha - trung tính tại chỗ xảy ra sự cố kéo dài suốt khoảng thời gian trước khi cắt sự cố.

Vì vậy, trong thực tế, các điện cực nối đất thường đặt cách khoảng dọc dây trung tính của mạng cung cấp, trong khi đó, tại các hộ tiêu thụ cần phải lắp đặt các cực nối đất tại chỗ đặt tủ điện. Đối với các mạng cung cấp lớn, các điện cực nối đất bổ sung thường được lắp đặt để giảm U_C tới mức có thể. Ở chung cư cao tầng, các bộ phận nối đất tự nhiên sẽ được nối đất với dây bảo vệ ở mỗi tầng.

Để đảm bảo bảo vệ hiệu quả, dòng chạm đất I_d phải đảm bảo điều kiện:

$$I_d \leq \frac{U_0}{Z_S} \text{ hoặc } 0{,}8\frac{U_0}{Z_C} \geq I_a$$

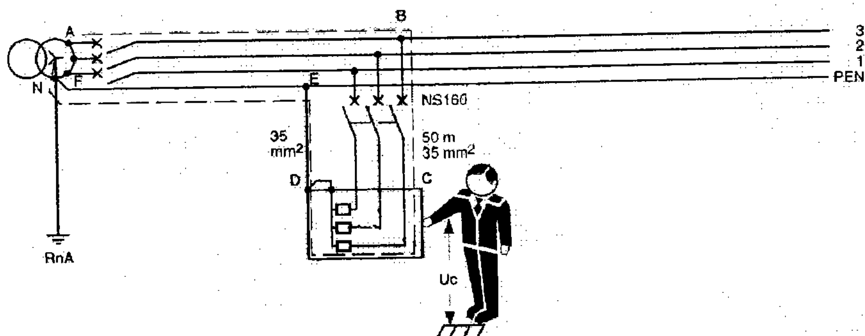
U_0 - điện áp pha - trung tính định mức;

Z_s - tổng trở mạch vòng chạm đất mà dòng chạm đất chạy qua và bằng tổng của các tổng trở sau: nguồn, dây pha tới chỗ xảy ra sự cố, dây bảo vệ từ điểm xảy ra sự cố tới nguồn.

Z_c - tổng trở vòng sự cố (xem "phương pháp qui ước", mục 5.2).

Lưu ý là đường qua cực nối đất trở về nguồn sẽ có (thông thường) giá trị tổng trở lớn hơn giá trị tổng trở liệt kê trên và không cần tính đến.

I_d - dòng sự cố; I_a - dòng chỉnh định đối với các thiết bị bảo vệ tương ứng thời gian tác động định sẵn.



Hình G12. Tự động cắt nguồn trong mạng nối đất kiểu TN.

Trong hình G12 điện áp tiếp xúc: $U_C = \frac{230}{2} = 115V$

và đó là giá trị nguy hiểm.

Tổng trở ngắn mạch: $Z_S = Z_{AB} + Z_{BC} + Z_{DE} + Z_{EN} + Z_{NA}$

Nếu Z_{BC} và Z_{DE} là trội hơn thì: $Z_S = 2\rho\frac{L}{S} = 64{,}3m\Omega$.

Vì vậy: $I_d = \frac{230}{64{,}3} = 3{,}576kA$

(= $22I_n$ đối với máy cắt (CB) có dòng định mức 160A).

C.G

Trị số đặt của mạch ngắt tức thời kiểu từ của CB nhỏ hơn nhiều lần so với 3576A, vì vậy đảm bảo CB sẽ cắt nguồn trong khoảng thời gian ngắn nhất .

Chú ý: có một vài tài liệu tính trường hợp chạm vỏ trên dựa vào giả thiết cho rằng điện áp rơi khoảng 20% trên tổng trở mạch vòng BANE.

Phương pháp giả sử này được giải thích ở chương G mục 5.2 gọi là "phương pháp qui ước" và trong ví dụ này, dòng sự cố được tính như sau:

$$I_d = \frac{230x80\%x10^3}{64,3} = 2816A \qquad (=18I_n)$$

Thời gian cắt tối đa cho phép

> *Đối với mạng nối đất kiểu TN, thời gian cắt nguồn cho phép tối đa phụ thuộc vào điện áp định mức của hệ thống.*

Thời gian cho phép là một hàm phụ thuộc vào điện áp định mức pha-đất – hay điện áp pha trung tính trong mạng nối đất kiểu TN.

Bảng G13. Thời gian cắt tối đa qui định đối với mạng nối đất kiểu TN (IEC364-4-41)

U_0 (volt) pha-trung tính	Thời gian cắt (giây) U_L = 50 V (xem chú thích 2)
127	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Chú thích 1

Thời gian cắt trễ hơn các giá trị được trình bày trên (nhưng phải <5s) được cho phép đối với một vài trường hợp của mạng phân phối, cũng như đối với mạch cuối nuôi nhiều thiết bị cố định, với điều kiện

áp tiếp xúc nguy hiểm sẽ không xuất hiện trên các thiết bị khác. IEC khuyến cáo và một số quốc gia bắt buộc nối lưới đẳng áp an toàn mọi phần kim loại của các thiết bị và các vật dẫn tự nhiên ở những nơi có ổ cắm ngoài– các ổ cắm này được sử dụng để cung cấp nguồn cho các thiết bị di động hoặc xách tay.

Thanh cái của lưới đẳng áp chung được lắp ở tủ phân phối đối với phạm vi cần quan tâm.

Chú thích 2:

Khi giới hạn điện áp qui ước cho phép là 25V, thời gian cắt cho phép là:

0,35s đối với 127V

0,2s đối với 230V

0,05s đối với 400V

Nếu phần tử được xét là phần tử cuối, những thời gian cắt nêu trên dễ dàng đạt được bằng cách sử dụng các RCD.

C.G

Chú thích 3:

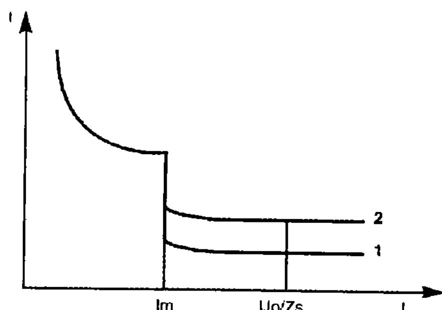
Việc sử dụng RCD có thể là cần thiết đối với mạng nối đất kiểu TN, như đã giải thích ở chú thích 2. Sử dụng RCD ở mạng nối đất kiểu TNC-S có nghĩa là dây bảo vệ và dây trung tính đương nhiên phải được tách ra phía trước RCD. Sự tách ra này được thực hiện thường ở tại tủ điện.

Bảo vệ bằng cách sử dụng CB

Nếu mạng được bảo vệ bằng CB, điều này sẽ dễ dàng cho việc điều chỉnh sao cho dòng sự cố vượt quá dòng đặt của bộ tác động cắt tức thời hoặc cắt có thời gian trễ ngắn (dòng I_m).

$$I_m \le \frac{U_0}{Z_S} \text{ hoặc } 0{,}8\frac{U_0}{Z_C}^{*}$$

** theo phương pháp qui ước (xem mục 5.2)*



Hình G14. Cắt nguồn bằng CB đối với mạng nối đất kiểu TN:

1. Cắt tức thời

2. Cắt có trễ trong khoảng thời gian ngắn.

Bộ tác động kiểu tức thời của CB sẽ loại bỏ dòng ngắn mạch pha-đất trong vòng ít hơn 0,1s.

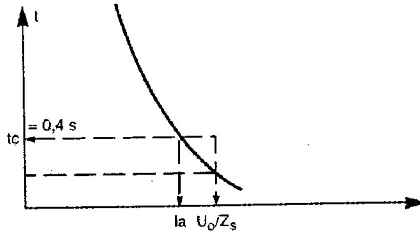
Ngoài ra, khi dùng CB, các bộ tác động có thời gian trễ tác động bằng từ hay điện tử sẽ đảm bảo tự động cắt nguồn với khoảng thời gian cho phép tối đa.

Tuy nhiên, cần xem xét đến những sai khác nhất định khi áp dụng đối với các tiêu chuẩn khác nhau.

Để đảm bảo cắt sự cố trong khoảng thời gian cho phép, cần đảm bảo điều kiện dòng sự cố tính toán U_o/Z_s hay $0,8\frac{U_0}{Z_C}$ phải lớn hơn dòng đặt cắt tức thời hoặc lớn hơn mức ngưỡng của đặc tuyến t = f(I).

Bảo vệ bằng cầu chì

I_a có thể được xác định từ đặc tuyến của cầu chì. Trong bất kỳ trường hợp nào việc bảo vệ không thể thực hiện được nếu tổng trở vòng sự cố Z_s hay Z_c vượt quá một giá trị nào đó.



Hình G15. Cắt bằng cầu chì đối với mạng nối đất kiểu TN.

Giá trị dòng nhằm đảm bảo cầu chì tác động đúng có thể được xác định từ đặc tuyến dòng điện / thời gian của cầu chì được sử dụng.

Dòng sự cố U_0/Z_s hay $0,8U_0/Z_c$ như đã tính ở trên phải lớn hơn giá trị dòng cần thiết nhằm đảm bảo cầu chì tác động chắc chắn.

Điều kiện cần khảo sát là:

$I_a \le \frac{U_0}{Z_S}$ hoặc $0,8\frac{U_0}{Z_C}$ như được chỉ ra ở hình G15.

Ví dụ: Điện áp định mức pha - trung tính của mạng là 230V và thời gian cắt tối đa cho trên đồ thị hình G15 là 0,4 s. Giá trị I_a tương ứng có thể đọc được từ đồ thị. Tổng trở mạch vòng ngắn mạch có thể tính từ I_a và giá trị điện áp 230V như sau:

$$Z_S = \frac{230}{I_a} \text{ hay } Z_C = \frac{0,8.230}{I_a}$$

Tổng trở mạch vòng thực tế không thể vượt quá giá trị này và nên có giá trị bé hơn để đảm bảo cầu chì hoạt động đúng.

3.4 Tự động cắt nguồn khi bị chạm đất tại hai điểm trong mạch nối đất kiểu IT

Trong mạch điện kiểu này:

C.G

- mạng điện có trung tính không nối đất hoặc trung tính nguồn của nó được nối đất qua tổng trở có trị số lớn;

- tất cả vỏ và các bộ phận nối đất tự nhiên đều được nối đất thông qua cực nối đất của mạng.

Chạm đất điểm thứ nhất

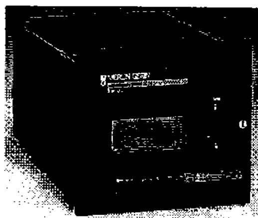
Trong sơ đồ mạng kiểu IT cần chú ý rằng lần chạm đất điểm thứ nhất sẽ không gây ra tác động cắt nguồn.

Khi xảy ra chạm đất một điểm, dòng sự cố rất nhỏ, vì vậy I_d x R_A < 50V (xem G3) và không gây nên điện áp tiếp xúc nguy hiểm.

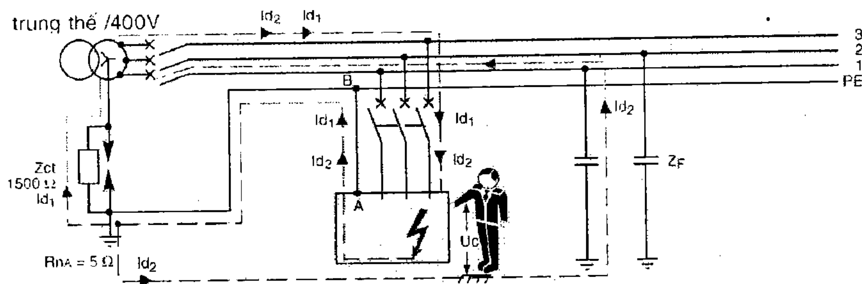
Thực tế dòng I_d là rất nhỏ, nó không đe dọa người sử dụng cũng không ảnh hưởng tới thiết bị.

Tuy nhiên trong sơ đồ này:

- cần thường xuyên theo dõi điều kiện cách điện so với đất, phải báo tín hiệu (bằng âm thanh hoặc đèn chớp) khi xảy ra chạm đất điểm thứ nhất;
- cần nhanh chóng xác định điểm bị chạm đất và tiến hành sửa chữa nếu muốn hệ thống nối đất kiểu IT làm việc trong chế độ hoàn toàn tin cậy;
- ngoài ra hệ thống IT còn cho phép tiếp tục cung cấp điện khi bị chạm đất điểm thứ nhất, đây là một ưu điểm lớn so với các hệ thống khác.



Hình G16. Rơle giám sát cách điện giữa các pha với đất (được đặt ở mạng nối đất kiểu IT).



Hình G17. Đường đi của dòng sự cố khi có chạm đất điểm thứ nhất trong mạng nối đất kiểu IT.

Ví dụ: Mạng có dây dẫn dài 1km, dung kháng so với đất Z_f = 3500 Ω. Khi làm việc bình thường (không bị sự cố) dòng điện dung rò(*) xuống đất là:

$$\frac{U_0}{Z_0} = \frac{230}{3500} = 66 \text{ mA/pha}$$

C.G

Khi xảy ra sự cố một pha chạm đất, như đã chỉ ra trên hình G17, dòng điện chạy qua điện trở nối đất RnA là tổng vectơ của dòng điện dung trên các pha không bị sự cố. Điện áp của các pha không bị sự cố (do khi xảy ra một pha chạm đất) bị tăng lên $\sqrt{3}$ lần so với Upha- đất lúc bình thường, do đó dòng điện dung cũng tăng lên $\sqrt{3}$ lần tương ứng. Những vectơ dòng điện dung này lệch pha nhau 60^0 vì vậy khi cộng các vectơ, giá trị dòng đi qua cực nối đất RnA = 3 x 66 mA = 198 mA và là I_{d2} trên hình vẽ.

Điện áp tiếp xúc vì vậy sẽ là 198 x 5 x10^{-3} = 0,99V = U_C và không nguy hiểm cho người.

* Dòng rò điện trở đi qua đất xuyên qua lớp cách điện của thiết bị được giả sử là nhỏ và bỏ qua trong ví dụ này.

Dòng điện đi qua chỗ bị sự cố là tổng vectơ của dòng đi qua tổng trở nối đất trung tính $I_{d1}=\frac{230}{1500}$ = 153 mA và dòng điện dung (I_{d2}).

Do phần vỏ dẫn điện của các thiết bị được nối trực tiếp với đất, tổng trở của nối đất trung tính Z_{CT} không tham gia trong việc tạo U_{tx} đối với đất.

Chạm đất điểm thứ nhì

Việc xuất hiện đồng thời hai điểm chạm đất một lúc (trên hai pha khác nhau) là nguy hiểm. Việc cắt nhanh sự cố bằng cầu chì hay CB phụ thuộc vào kiểu nối đất cụ thể và có hay không có các điện cực nối đất riêng.

Khi xuất hiện thêm điểm chạm đất thứ hai trên pha khác, hoặc trên dây trung tính, bắt buộc phải nhanh chóng cắt nguồn. Việc cắt sự cố được thực hiện khác nhau trong từng trường hợp sau đây:

a) Trường hợp 1

Trường hợp 1: khi tất cả phần vỏ dẫn điện của các thiết bị được nối đất tới dây PE chung, các sơ đồ bảo vệ quá dòng thông thường được sử dụng (giống trong mạng nối đất kiểu TN) với việc tính toán mức dòng sự cố và thời gian cắt /thời gian chảy của cầu chì một cách thích hợp.

Khi mạng có tất cả các vỏ thiết bị được nối trực tiếp tới dây PE chung như trên hình G19, trong trường hợp này, các điện cực nối đất không nằm trong đường đi của dòng chạm đất, vì vậy dòng sự cố sẽ đạt giá trị lớn và các thiết bị bảo vệ quá dòng thông thường sẽ được sử dụng ví dụ các CB và cầu chì.

Điểm sự cố đầu có thể xảy ra ở cuối của mạng, trong khi đó điểm chạm đất thứ hai có thể xảy ra ở phía đầu nguồn của mạng. Do đó, khi tính toán dòng sự cố thích hợp để chỉnh định cho các thiết bị bảo vệ quá dòng thường qui ước nhân đôi tổng trở của mạch vòng sự cố.

Khi hệ thống bao gồm cả dây trung tính thêm vào ba dây pha, dòng ngắn mạch nhỏ nhất xảy ra khi một trong hai điểm chạm đất là từ dây trung tính xuống đất (cả bốn dây này đều cách điện so với đất trong tình trạng nối đất kiểu IT).

Vì vậy trong mạng nối đất kiểu IT có 4 dây, khi tính dòng ngắn mạch để xác định các mức bảo vệ, phải tính với điện áp pha-trung tính.

Nghĩa là:

$$(1)\quad 0{,}8\frac{U_0^*}{2Z_C} \geq I_a$$

U_0 - điện áp pha-trung tính;

Z_c - tổng trở mạch vòng sự cố(xem G3.3);

I_a - trị số dòng đặt của bộ tác động;

Nếu không có dây trung tính, điện áp được dùng để tính dòng sự cố là Upha-pha

$$(2)\quad 0{,}8\frac{U_0^*}{2Z_C} \geq I_a$$

* Theo phương pháp qui ước như ở ví dụ đầu của mục 3.3

Thời gian chảy-cầu chì / thời gian cắt sự cố

Thời gian cắt sự cố đối với mạng 3 pha 3 dây sơ đồ IT khác so với sơ đồ 3 pha 4 dây theo sơ đồ IT và được cho trong bảng G18.

Bảng G18. Thời gian cắt sự cố lớn nhất đối với mạng nối đất kiểu IT(IEC364-4-41)

U_0/U (V) U_0: điện áp pha (V) U: điện áp dây (V)	Thời gian cắt sự cố (s) U_L = 50 V (1)	
	3 pha –3 dây	3 pha - 4dây
127 /220	0,8	5
230 /400	0,4	0,8
400 /690	0,2	0,4
580 /1000	0,1	0,2

C.G

Khi điện áp qui ước là 25V, thời gian cắt sự cố như sau:

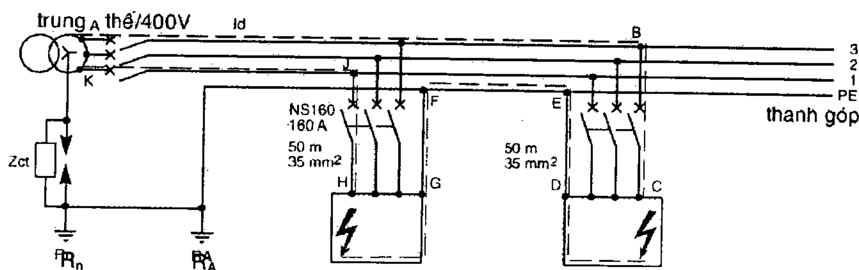
Mạng 3 pha -3 dây:

127/220V	0,4s
230/400V	0,2s
400/690V	0,06s

Mạng 3 pha 4 dây

127/220V	1,0s
230/400V	0,5s
400/690V	0,2s

Ví dụ:



Hình G19. CB tác động khi xảy ra chạm đất điểm thứ nhì trong trường hợp các vỏ máy bị chạm điện được mắc vào dây bảo vệ chung.

Mức độ của dòng sự cố và biện pháp bảo vệ phụ thuộc vào thiết bị đóng cắt và cầu chì bảo vệ.

CB

Trong trường hợp ở hình G19, trị số dòng tác động của bộ tác động tức thời hoặc có trễ cần được xác định. Có thể áp dụng các mức thời gian cắt sự cố như đã trình bày trong bảng G18.

Ví dụ:

Trong trường hợp ví dụ hình G19, bảo vệ chống ngắn mạch được thực hiện bằng cách cung cấp CB 160A là thích hợp để cắt sự cố ngắn mạch pha-pha ở các thiết bị phía cuối mạch.

Lưu ý, trong một mạng điện kiểu IT, các phần mạch của hai nhánh cùng chạm vỏ được giả sử là có cùng chiều dài và dây dẫn cùng tiết diện. Dây PE cũng cùng tiết diện như dây pha. Trong trường hợp này tổng trở mạch vòng ngắn mạch khi sử dụng phương pháp qui ước (mục 5.2 của chương này) sẽ gấp đôi so với khi tính một mạch trong mạng TN (được trình bày ở mục 3.3).

Vì vậy tổng trở của mạch vòng 1 (FGHJ)

$$2R_{HJ} = 2\rho.\frac{l}{a}\ ,\ m\Omega$$

ρ - điện trở suất của dây đồng ($m\Omega.mm^2/m$);

l - chiều dài mạch (m);

a - tiết diện dây dẫn mm^2;

Do đó: tổng trở mạch vòng 1 là:

$$R_{FGHJ} = 2 \times 22,5 \times \frac{50}{35} = 64,3\ m\Omega$$

C.G

Và tổng trở vòng B, C, D, E, F, G, H, J sẽ là:

$$2 \times 64.3 = 129\ m\Omega$$

Dòng sự cố sẽ là:

$$\frac{0,8\sqrt{3} \times 230 \times 10^3}{129} = 2470\ (A)$$

Đối với cầu chì:

Dòng I_a để cầu chì tác động phải đảm bảo thời gian xác định theo bảng G18 và sẽ được xác định theo đường cong tác động, cho ở bảng G15.

Dòng tác động nên chọn nhỏ hơn dòng đã tính toán khi xét sự cố trong mạch.

RCCB

Trong vài trường hợp đặc biệt, RCCB cần được sử dụng để bảo vệ chống những nguy hiểm do chạm điện gián tiếp.

b) Trường hợp 2

Trường hợp 2 khi vỏ các máy móc, thiết bị được nối đất độc lập hoặc riêng từng nhóm, mỗi thiết bị hoặc mỗi nhóm phải được bảo vệ bằng một RCD (thêm vào khâu bảo vệ quá dòng).

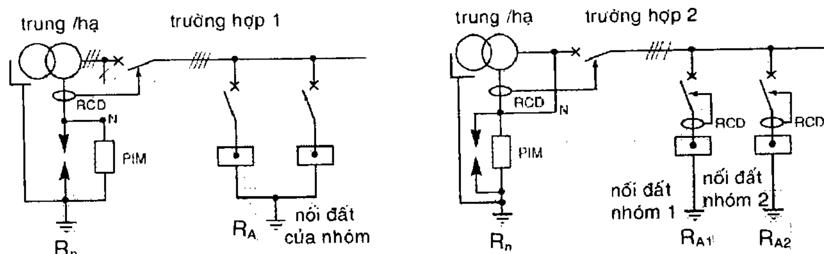
Nếu tất cả các vỏ máy không được nối tới cực nối đất chung của cả hệ thống, có thể xảy ra trường hợp chạm đất thêm điểm thứ hai ở một nhóm độc lập khác hay ở một thiết bị có nối đất độc lập khác. Vì vậy việc thêm vào một bảo vệ khác so với bảo vệ được mô tả ở trường hợp 1 là cần thiết. Đó là các RCD được đặt ở các máy cắt tổng của cả nhóm và tại từng nhánh thiết bị có nối đất riêng.

Lý do của việc đặt thêm các RCD là khi các điện cực nối đất độc lập " kết nối" qua đất, dòng ngắn mạch pha-pha thường bị giới hạn khi đi qua các điện trở nối đất, điều này làm cho các bảo vệ quá dòng lớn làm việc không tin cậy. Các RCD có độ nhạy cao hơn nên sẽ tác động chắc chắn hơn, tuy nhiên, trường hợp này các RCD phải có dòng đặt lớn hơn dòng chạm đất điểm thứ nhất.

Khi xảy ra chạm đất điểm thứ hai bên trong một nhóm có điện cực nối đất chung, các bảo vệ quá dòng sẽ tác động như đã mô tả ở phần trên trong trường hợp 1.

Ghi chú 1: xem chương H1, mục 7.2, bảo vệ của dây trung tính.

Ghi chú 2: trong mạng ba pha bốn dây, bảo vệ chống quá dòng trong dây trung tính đôi khi được thực hiện bằng cách dùng biến dòng kiểu xuyến đặt trên dây trung tính như hình G20 (hoặc xem bảng H1.65C).



Hình G20. Sử dụng các RCD khi các vỏ máy được nối đất độc lập, hoặc theo từng nhóm trên mạng nối đất kiểu IT.

3.5 Các biện pháp bảo vệ chống chạm điện trực tiếp và gián tiếp không cần cắt mạch

> *Điện áp cực thấp được áp dụng ở những nơi có mức nguy hiểm cao, ví dụ: bể bơi, đèn điều khiển độ sáng bằng tay, những thiết bị cầm tay dùng ngoài trời v.v..*

C.G

Sử dụng SELV (Safety by Extra Low Voltage)

Mạng đảm bảo an toàn bằng điện áp cực thấp (SELV) được sử dụng ở những nơi có nhiều mối nguy hiểm khi vận hành trang bị điện như các bể bơi, công viên giải trí v.v..). Mạng SELV được cung cấp với mức điện áp cực thấp lấy từ thứ cấp của máy biến áp cách ly. Máy biến áp cách ly này được thiết kế đặc biệt theo tiêu chuẩn quốc gia hoặc theo tiêu chuẩn quốc tế (IEC 742).

Mức cách điện xung giữa cuộn sơ và thứ cấp của máy biến áp này rất cao, đôi khi có thể sử dụng một màn kim loại có nối đất đặt giữa 2 cuộn dây. Giá trị hiệu dụng của điện áp phía thứ cấp không bao giờ lớn hơn 50V.

Ba điều kiện áp dụng để đảm bảo chống chạm điện gián tiếp là:

- không có bất kỳ dây pha nào của mạng SELV được nối xuống đất;

- tất cả các phần vỏ kim loại của thiết bị được cấp từ mạng SELV không được nối đất với các vỏ kim loại của thiết bị khác hoặc với vật dẫn tự nhiên;

- tất cả các dây mang điện của mạch SELV và các phần của mạch có áp cao hơn phải được cách ly bằng một khoảng cách ít nhất tương đương với khoảng cách giữa cuộn sơ và thứ của máy biến áp cách ly.

Ba điều kiện này đòi hỏi:

- các mạch SELV phải được đặt trong ống cách điện chế tạo đặc biệt cho mạng này, loại trừ các cáp có cách điện theo điện áp lớn nhất của các mạch khác được dùng cho SELV;

- các ổ cắm ngoài của mạng SELV không được có đầu cắm với dây đất. Ổ cắm và đầu cắm của mạng SELV phải được chế tạo đặc biệt để tránh sự cắm nhầm vào các điện áp khác.

Chú ý:

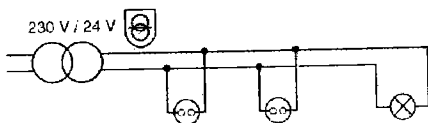
Trong điều kiện thông thường, khi mạng SELV có U<25V, không cần bảo vệ chống chạm điện trực tiếp . Các yêu cầu đặc biệt sẽ được trình bày ở chương L, mục 3.

Sử dụng mạng PELV (Protection by Extra Low Voltage).

Mạng này thường được dùng ở nơi cần cấp điện áp thấp, hoặc thích hợp với lý do an toàn, hoặc ở nơi nguy hiểm khác với những nơi đã đề cập ở trên. Các quan điểm thiết kế giống với mạng SELV chỉ khác ở chỗ mạch phía thứ cấp có nối đất tại một điểm .

Tiêu chuẩn IEC 364-4-41 định nghĩa một cách rõ ràng và đầy đủ các tính chất quan trọng của mạng PELV. Bảo vệ chống chạm điện trực tiếp thường cần phải được lắp đặt trừ khi thiết bị được đặt ở vùng có nối đẳng thế hoặc ở mức điện áp định mức không vượt quá 25V (trị hiệu dụng) và thiết bị được đặt ở nơi khô ráo, không có khả năng tiếp xúc với cơ thể con người trên phạm vi rộng.

Trong tất cả các trường hợp khác, 6mV là trị số điện áp lớn nhất cho phép (trị hiệu dụng), trường hợp này không cần bảo vệ chống chạm điện trực tiếp.



Hình G21. Điện áp thấp được lấy từ máy biến áp cách ly an toàn như đã định nghĩa trong IEC742.

Hệ thống FELV (Functional Extra Low Voltage)

Vì các lí do vận hành, điện áp 50V hoặc thấp hơn được sử dụng nhưng không phải tất cả các yêu cầu như đã nêu trong SELV và PELV đều được đáp ứng đầy đủ. Các yêu cầu cụ thể được trình bày trong IEC 364-4-41 phải được tuân thủ nhằm bảo vệ con người chống chạm điện trực tiếp và gián tiếp phụ thuộc vị trí và công dụng của các mạch này.

C.G

Chú ý: Ví dụ những điều kiện như vậy có thể thường thấy khi mạch này chứa các thiết bị (máy biến áp, relays, công tắc tơ, công tắc điều khiển từ xa, v.v.) mà chúng có mức cách điện không đủ so với mạch ở phía điện áp cao hơn.

Mạch điện cách ly

Sự cách ly các mạch điện là thích hợp đối với cáp tương đối ngắn và có điện trở cách điện lớn. Nó cũng được sử dụng đối với thiết bị riêng lẻ.

Nguyên tắc của cách ly mạch (thường là mạch một pha), đảm bảo an toàn dựa trên những yếu tố sau:

- hai dây dẫn được lấy từ cuộn thứ cấp một pha không nối đất của máy biến áp cách ly sẽ được cách điện so với đất.

- nếu xảy ra tiếp xúc trực tiếp với một dây, dòng điện đi qua người đạt trị số rất bé. Dòng điện qua người đi qua đất và trở về dây kia thông qua các điện dung pha-đất. Do điện dung pha-đất rất bé dòng điện thường bé hơn mức người có thể cảm nhận được.

Khi chiều dài cáp tăng lên, dòng qua người khi chạm đất trực tiếp sẽ tăng theo tới mức có thể gây điện giật đối với người.

Ngay cả khi chiều dài cáp rất ngắn, dòng điện dung không đáng ngại nhưng khi điện trở cách điện có trị số thấp sẽ gây nguy hiểm vì dòng điện sẽ chạy qua cơ thể người đi xuống đất và trở về dây còn lại thông qua điện trở cách điện pha đất thấp của các dây dẫn.

Vì vậy, cáp được sử dụng trong mạng cách ly phải có chiều dài ngắn và mức cách điện cao.

Các máy biến áp được thiết kế đặc biệt cho nhiệm vụ này, với mức cách điện cao giữa cuộn sơ và cuộn thứ, hoặc với sự bảo vệ tương đương chẳng hạn màn kim loại có nối đất đặt ở giữa 2 cuộn dây.

Cấu trúc của máy biến áp thuộc tiêu chuẩn cách điện cấp II.

Để đảm bảo đáp ứng được các yêu cầu trên cần phải:

- không được nối đất bất cứ phần vỏ kim loại của thiết bị nào ở phía mạch thứ cấp, cũng như bản thân dây dẫn;
- chiều dài của mạch thứ cấp phải được giới hạn để tránh trị số điện dung lớn có thể xảy ra (*);
- cáp và các thiết bị trong mạch phải có mức điện trở cách điện cao luôn được duy trì.

(*) Theo IEC 364-4-41, tích điện áp định mức lưới (V) và chiều dài (m) của hệ thống dây không vượt quá 100000, đồng thời chiều dài lớn nhất phải nhỏ hơn 500m.

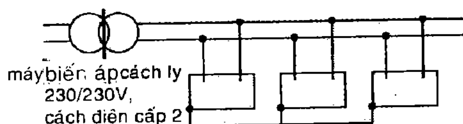
Những điều kiện nêu trên thường làm hạn chế việc ứng dụng biện pháp an toàn này và nó được dùng cho các thiết bị riêng lẻ.

Trong trường hợp có nhiều thiết bị được nối chung vào một máy biến áp cách ly, cần phải tuân thủ các điều kiện sau:

- vỏ của tất cả các thiết bị phải được nối với nhau bằng một dây bảo vệ có cách điện, nhưng không được nối xuống đất;

- các ổ cắm phải có chân nối đất, chân này được nối vào dây nối đẳng thế chung của các thiết bị (không được nối xuống đất).

Trong trường hợp có chạm đất thêm điểm thứ hai, bảo vệ quá dòng phải tác động cắt mạch tự động giống như trong mạng nối đất kiểu IT.



Hình G22. Cấp điện từ máy biến áp cách ly.

Các thiết bị cách điện cấp II

Ký hiệu: 

Những thiết bị này cũng được xem như " có hai lần cách điện" vì ở các thiết bị cách điện cấp II, một lớp cách điện phụ được thêm vào lớp cách điện chính, không cần nối phần dẫn điện nào của thiết bị với dây bảo vệ:

- hầu hết các thiết bị cầm tay hoặc bán cố định , ví dụ vài loại đèn, máy biến áp được thiết kế với mức cách điện đôi. Điều quan trọng là phải bảo trì cẩn thận đối với thiết bị cách điện cấp II và kiểm tra định kỳ để tránh trường hợp hư hỏng cách điện ví dụ hỏng lớp vỏ bọc, v.v.. các thiết bị điện tử, radio, vô tuyến truyền hình (TV) có mức cách điện tương đương cấp II.

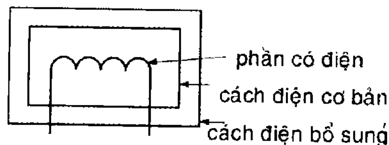
C.G

- tiêu chuẩn IEC364-4-41 mục 413-2 hoặc theo vài tiêu chuẩn quốc gia như NFC 15-100 (Pháp) mô tả chi tiết về các biện pháp thực hiện cách điện phụ trong toàn mạng điện .

Ví dụ đơn giản như việc đi cáp trong ống PVC. Các biện pháp khác cũng được mô tả trong phần tử phân phối.

- đối với tủ phân phối và các thiết bị tương tự, IEC 439-11 mô tả toàn bộ các yêu cầu đối với "cách điện toàn bộ" tương đương cách điện cấp II;

- vài loại cáp được coi như tương đương cách điện cấp II đối với tiêu chuẩn của một vài quốc gia.



Hình G23. Nguyên lý của mức cách điện loại II.

Đặt ngoài tầm với hoặc chắn giữa các thiết bị

Về nguyên tắc, đảm bảo an toàn bằng cách đặt các phần mang điện khỏi tầm với hoặc che chắn sẽ cần một sàn không dẫn điện và đây là nguyên tắc không phải dễ thực hiện được.

Bằng các biện pháp này, xác suất cùng lúc chạm vào phần vỏ có điện và các bộ phận nối đất tự nhiên là rất thấp. Thực tế, biện pháp này chỉ có thể áp dụng được đối với những nơi khô ráo và phải đảm bảo các điều kiện sau:

- sàn và tường của gian phòng phải làm bằng vật không dẫn điện, có nghĩa là điện trở đối với đất ở bất kỳ điểm nào phải >50kΩ (U≤500V) và >100kΩ (500V<U≤1000V);

- điện trở được đo bằng dụng cụ loại MEGGER (máy phát điện điều khiển bằng tay hoặc kiểu điện tử vận hành bằng pin). Điện trở này được đo giữa điện cực được đặt trên sàn hoặc tường với đất (có nghĩa là với dây nối đất bảo vệ gần nhất).

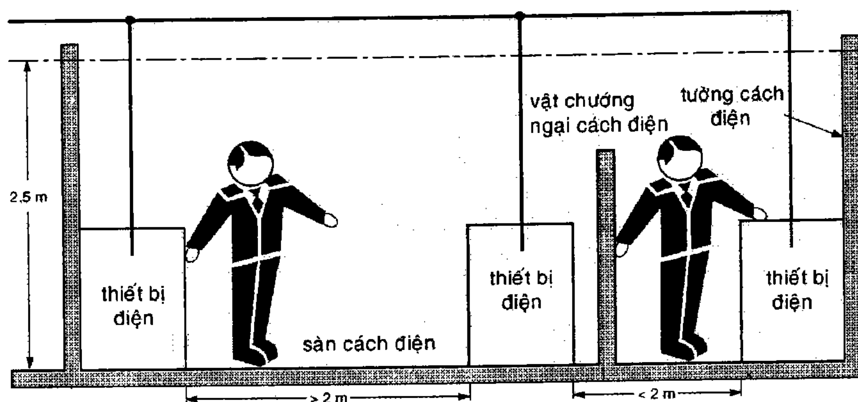
Phạm vi tiếp xúc cũng như áp suất đặt của các điện cực tại mọi vị trí thử phải được tiến hành giống nhau. Các nhà cung cấp dụng cụ thường cung cấp điện cực phù hợp với sản phẩm của họ, cho nên phải xem xét cẩn thận để đảm bảo rằng chúng được cung cấp cùng với dụng cụ. Cho tới hiện nay chưa có một tiêu chuẩn thông dụng quốc tế nào được công nhận trong việc tiến hành đo đạc nêu trên;

- việc sắp đặt các thiết bị và vật chắn phải được tiến hành sao cho không xảy ra khả năng đồng thời chạm vào vỏ của hai thiết bị hoặc vừa chạm vào vỏ thiết bị vừa chạm vào bộ phận nối đất tự nhiên;

- không được kéo dây bảo vệ để hở vào phòng đặt thiết bị điện đang xét;

- các lối vào phòng đặt thiết bị điện đang xét phải được sắp xếp sao cho người từ ngoài bước vào không bị nguy hiểm, ví dụ một người đứng ở một sàn dẫn điện ngoài phòng đang xét không thể chạm vào phần vỏ kim loại của các thiết bị của phòng này qua lối cửa chính, chẳng hạn như các công tắc đèn treo trong hộp kín bằng vỏ kim loại.

C.G



Hình G24. Bảo vệ bằng cách đặt các thiết bị ngoài tầm tay với hoặc ngăn cách các thiết bị bằng vật chắn cách điện.

Phòng đẳng thế cách ly với đất

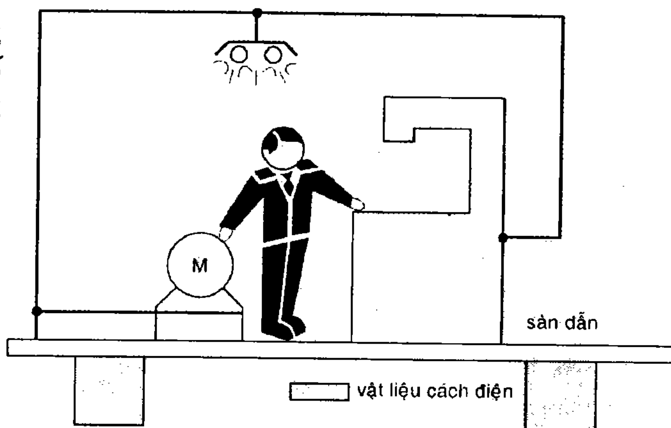
> *Phòng đẳng thế cách ly với đất được áp dụng đối với mạng điện đặc biệt (ví dụ phòng thí nghiệm, v.v..) và sẽ có một số khó khăn khi lắp ráp mạng.*

Trong sơ đồ này, tất cả các phần vỏ dẫn điện của thiết bị, bao gồm cả sàn nhà được nối với nhau bằng các dây dẫn có kích cỡ đủ lớn, nhờ vậy trong phòng khi xảy ra sự cố hư hỏng cách điện giữa dây đang có điện và cả vỏ kim loại của thiết bị sẽ khiến cho căn phòng giống như "một cái lồng" mang điện áp bằng U pha so với đất, tuy nhiên sẽ không có dòng sự cố chạy qua. Trong tình trạng này nếu có một người từ ngoài bước vào phòng, họ có thể bị nguy hiểm (vì họ có thể đang bước lên sàn có điện).

Các biện pháp phòng ngừa cần được thực hiện để bảo vệ người tránh những mối nguy hiểm như đã nêu ở trên (ví dụ làm sàn không dẫn điện ở lối vào, v.v..).

Cần thiết phải có các thiết bị đặc biệt để kiểm tra cách điện do khi có hư hỏng về cách điện không có dòng sự cố xuất hiện trong mạng kiểu này.

Ghi chú: các phần nối đất tự nhiên đi vào (hoặc ra khỏi) phạm vi khu đẳng thế (ví dụ ống dẫn nước, v.v..) phải được bao bọc bởi vật



Hình G25. Kết lưới đẳng áp các vỏ thiết bị có thể tiếp cận đồng thời.

liệu cách điện thích hợp và không được nối vào mạng đẳng áp do những phần này thường được nối vào dây bảo vệ (dây đất) khác trong mạng điện chung.

4. BIỆN PHÁP THỰC HIỆN SƠ ĐỒ TT

4.1. Các biện pháp bảo vệ

Bảo vệ chống chạm điện gián tiếp

Trường hợp chung

Bảo vệ chống chạm điện gián tiếp được thực hiện nhờ các RCD. Dòng chỉnh định phải đảm bảo điều kiện:

$$I_{\Delta n} \leq \frac{50V^{(1)}}{R_A}$$

(1) 25 V đối với mạng nông thôn và công trường.

Dòng chỉnh định đối với từng trường hợp là một hàm theo điện trở R_A của mạng hạ áp (bảng G26).

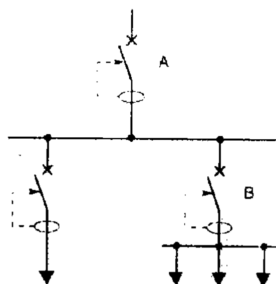
Bảng G26. Giá trị giới hạn trên của điện trở nối đất của lưới với độ nhạy khác nhau của RCD ứng với điện áp cho phép U_L là 50 V và 25 V

$I_{\Delta n}$	Điện trở nối đất tối đa (Ω)	
	50V	25V
3A	16	8
1A	50	25
500mA	100	50
300mA	166	83
30mA	1666	833

C.G

Trường hợp mạch phân phối

Tiêu chuẩn IEC 364-4-41 và một số tiêu chuẩn quốc gia khác công nhận thời gian cắt sự cố tối đa là 1s đối với mạch phân phối (ngược lại với các mạch cuối). Điều này cho phép đảm bảo tính chọn lọc theo từng cấp.



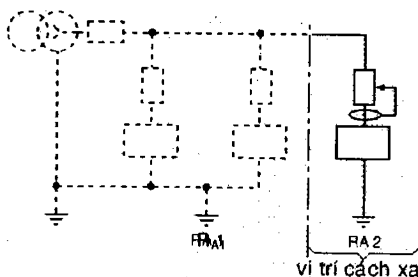
Hình G27. Các mạch phân phối.

Ví dụ: Ở tại A: RCD tác động có thời gian trễ ví dụ loại S.

Ở tại B: RCD tác động tức thời.

Trường hợp vỏ các thiết bị, hoặc một nhóm thiết bị được nối đất riêng

Trong trường hợp này bảo vệ chống chạm điện gián tiếp được thực hiện bằng các RCD riêng đặt cho từng thiết bị hoặc nhóm thiết bị có nối đất chung. Độ nhạy của chúng phải tương ứng với điện trở của cực nối đất.



Hình G28. Các cực nối đất cách ly.

RCD có độ nhạy cao

Tiêu chuẩn IEC 364-4-471 khuyến cáo sử dụng RCD có độ nhạy cao (≤30mA) trong các trường hợp sau:

- các ổ cắm ngoài có dòng định mức 32A ở các vị trí được trình bày chi tiết trong chương L, mục 3;

- các ổ cắm ở nơi ẩm ướt với dòng định mức bất kỳ;

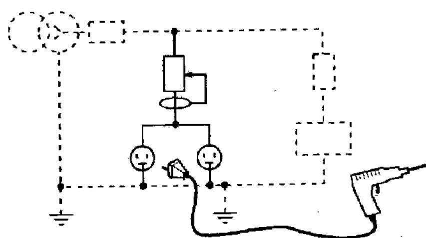
- các ổ cắm trong mạng lắp tạm thời;

- mạch điện cung cấp cho phòng giặt và bể bơi;

- mạch cung cấp điện cho các công trường, xe cắm trại, du thuyền, hội chợ du lịch. Bảo vệ này có thể áp dụng cho mạng độc lập hoặc từng nhóm;

- ổ cắm ngoài ≥ 20A (là bắt buộc nếu mạng này cung cấp cho thiết bị cầm tay dùng ngoài trời);

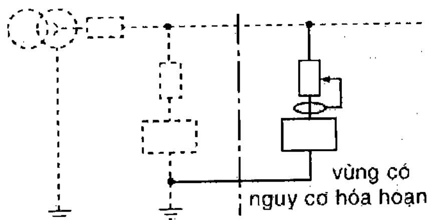
- ở một vài quốc gia, yêu cầu này bắt buộc đối với tất cả các ổ cắm ngoài có $I_{dm} \leq 32A$.



Hình G29. Các mạch cấp điện cho ổ cắm.

Ở nơi có nguy cơ cháy cao

Bảo vệ bằng RCD tại các máy cắt cấp nguồn ở nơi có nguy cơ cháy cao là cần thiết đặt ở vài vị trí đặc biệt và bắt buộc đối với vài quốc gia. Độ nhạy của RCD không vượt quá 500mA.



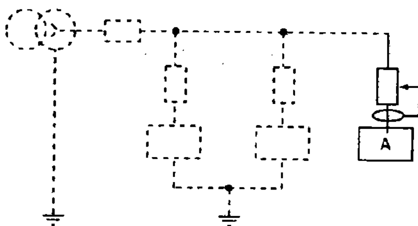
Hình G30. Vị trí có nguy cơ cháy cao.

C.G

Bảo vệ khi vỏ thiết bị không được nối đất

(Trong trường hợp mạng điện ở nơi đất khô, không thể thi công hệ thống nối đất hoặc trong trường hợp dây nối đất bị đứt).

Các RCD có độ nhạy cao ($I_{\Delta n} \leq 30$ mA) sẽ làm việc hiệu quả trong hai trường hợp để tránh nguy hiểm do chạm điện gián tiếp và bảo vệ phụ chống nguy hiểm do chạm điện trực tiếp.

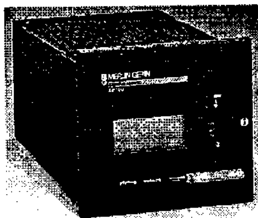


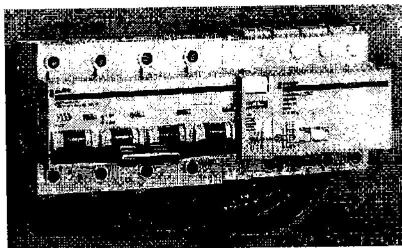
Hình G31. Các phần vỏ thiết bị (A) không được nối đất.

4.2 Các loại RCD

Các RCD thường được lắp chung trong các thiết bị sau:

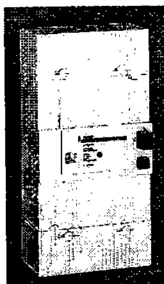
- loại CB công nghiệp có bảo vệ dòng so lệch theo tiêu chuẩn IEC 947-2 và xem phụ lục B;
- loại CB dân dụng có bảo vệ dòng rò (RCCB) theo tiêu chuẩn IEC 755, 1008 và 1009 (RCBO);
- các công tắc có bảo vệ so lệch theo tiêu chuẩn riêng của từng quốc gia;
- các rơle với biến dòng dạng xuyến, theo tiêu chuẩn IEC - 755. Với các RCD phải đặt ở đầu nguồn trong mạng TT, chúng phải có khả năng cắt chọn lọc so với các RCD khác trong mạch nhằm đảm bảo tính liên tục cung cấp điện.





CB treo DIN với RCD

Hình G 32. CB công nghiệp với RCD.



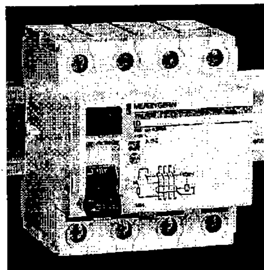
I_n - CB đầu vào có thời gian trễ (s)



CB so lệch dạng "Monobloc" dùng cho bảo vệ mạch ổ cắm và mạch cuối

Hình G33. CB dân dụng có mạch bảo vệ chống chạm đất.

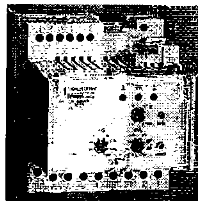
C.G



I_n - Công tắc so lệch (RCCB) dùng cho bảo vệ tủ phân phối.

Hình G34. Các công tắc có bảo vệ so lệch (RCCB).





I_n - RCD với biến dòng dạng xuyến có thể dùng kèm với CB hoặc công tăc tơ.

Hình G35. Các RCD với máy biến dòng dạng xuyến.

RCCB, RCBO và CBR

RCCB (CB chống dòng rò).

Các thiết bị này theo tiêu chuẩn IEC 1008 là bộ cắt mạch giống LBS (Load Break Switches: cầu dao phụ tải). Chúng được thiết kế theo khả năng cắt và chịu dòng ngắn mạch song chúng không cắt được dòng ngắn mạch. Vì vậy nhất thiết phải có một SCPD (Short Circuit Protective Device: Thiết bị bảo vệ chống ngắn mạch) được mắc nối tiếp với RCCB.

RCBO

Chữ O ký hiệu cho Overcurrent có nghĩa là thiết bị này ngoài chức năng chống dòng rò còn có thể bảo vệ quá dòng. RCBO có dòng cắt ngắn mạch định mức. Nó được xem là một CB và được chế tạo theo tiêu chuẩn IEC 1009.

Lưu ý: cả RCCB và RCBO theo IEC 1008 và 1009 cho phép cách ly hoàn toàn mạch khi mở. Các thiết bị này thường dùng cho lưới dân dụng.

CBR

Là thiết bị có chứa bảo vệ chống dòng rò mắc vào CB hạ áp xí nghiệp theo tiêu chuẩn IEC 947-2. Theo IEC 1008 và 1009, các CB được trang bị như vậy được gọi là CBR.

4.3 Phối hợp giữa các thiết bị bảo vệ so lệch

Việc phối hợp nhằm cắt sự cố có chọn lọc được thực hiện bằng cách tạo thời gian trễ hoặc bằng cách chia nhỏ các mạch, theo đó, mỗi phần tử hoặc mỗi nhóm được bảo vệ riêng.

Tính chọn lọc được đảm bảo khi chỉ có CB phía trước vị trí sự cố là tác động .

Trong trường hợp các thiết bị được sắp xếp tuần tự, mức chọn lọc được thực hiện theo 3 hoặc 4 mức như sau:

- tại tủ phân phối chính;
- tại tủ phân phối khu vực;
- tại tủ phân phối phụ;
- tại ổ cắm hoặc các thiết bị độc lập.

Thông thường ở các tủ phân phối và các bảo vệ thiết bị riêng rẽ, các thiết bị tự động cắt nguồn khi có nguy cơ chạm điện gián tiếp được mắc chung với bảo vệ bổ sung chống chạm điện trực tiếp.

C.G

Tính chọn lọc giữa các RCD

Sự chọn lọc được thực hiện bằng việc sử dụng nhiều mức độ nhạy khác nhau: 30 mA, 100mA, 300 mA và các thời gian cắt tương ứng như hình G36.

Sự chọn lọc theo 2 mức

Bảo vệ

Mức A: RCD có mức chỉnh thời gian trễ I (đối với thiết bị công nghiệp), loại S (cho dân dụng) để bảo vệ chống chạm điện gián tiếp.

Mức B: RCD tác động tức thời với độ nhạy cao được đặt đối với ổ cắm hoặc thiết bị điện làm việc trong chế độ nguy hiểm (ví dụ như máy giặt).



Hình G36. Phối hợp làm việc của RCD.

Sự chọn lọc theo 3 hoặc 4 mức

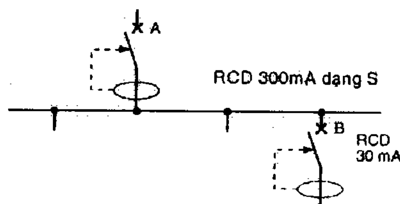
Bảo vệ:

Mức A: RCD có thời gian trễ (trị đặt theo mức III)

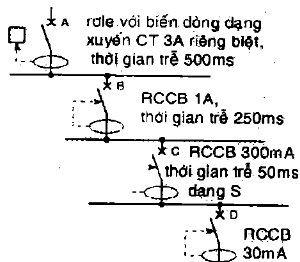
Mức B: RCD có thời gian trễ (trị đặt theo mức II)

Mức C: RCD có thời gian trễ (trị đặt theo mức I) hoặc loại S

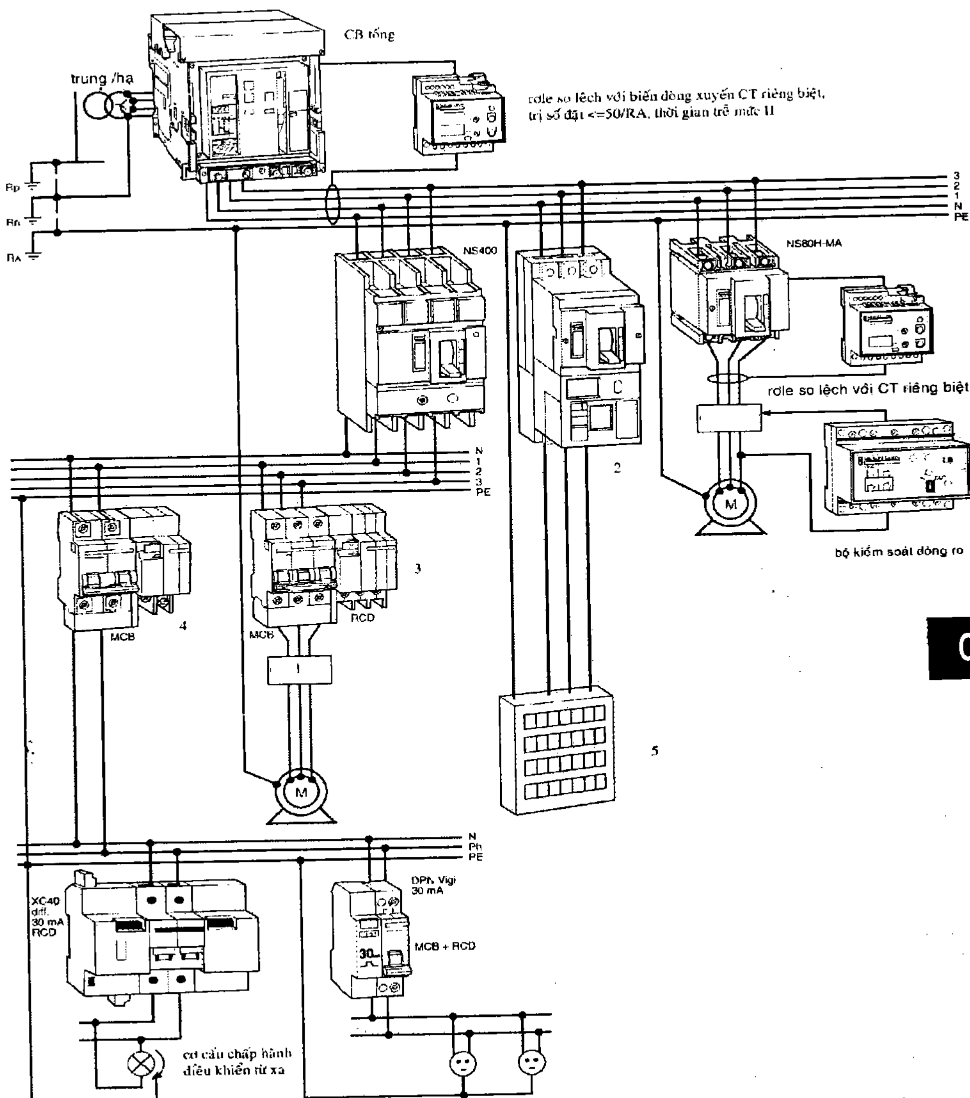
Mức D: RCD tác động tức thời



Hình G37.



Hình G38. Phối hợp bảo vệ 3 hoặc 4 mức.



Hình G39. Bảo vệ 3 mức cho thấy biện pháp bảo vệ trong mạng nối đất kiểu TT. Một động cơ được bảo vệ đặc biệt:

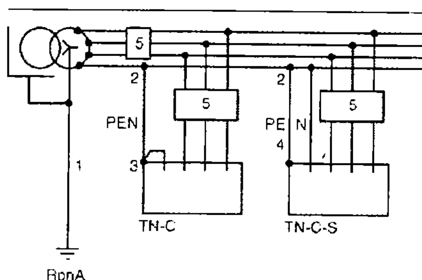
1. discontactor; 2 - vigi Compact NS100, trị đặt 300mA;
3 - cắt tức thời 300mA; 4 - RCD 300mA dạng S, có trễ; 5 - hộp phân phối.

C.G

5. BIỆN PHÁP THỰC HIỆN MẠNG TN

5.1 Những điều kiện tiên quyết

Khi thiết kế, chiều dài lớn nhất cho phép của cáp xuất ra từ sau một máy cắt (hoặc cầu chì) phải được tính toán, đồng thời khi vận hành lưới phải luôn tuân thủ một số các quy định bắt buộc.



Hình G40. Mạng nối đất kiểu TN.

Ghi chú:

1. Sơ đồ TN yêu cầu trung tính phía hạ áp của máy biến áp nguồn, vỏ của tủ phân phối, vỏ của tất cả các phần tử khác trong mạng và các vật dẫn tự nhiên phải được nối đất chung.

2. Đối với một trạm có phần đo lường được thực hiện phía hạ áp, cần có biện pháp cách ly có thể nhìn thấy được ở phía đầu nguồn hạ thế.

3. Dây PEN không bao giờ được cắt trong bất kỳ trường hợp nào. Việc điều khiển và bảo vệ ở các máy cắt mạch trong mạng TN được sắp xếp như sau:

- loại 3 cực khi mạch có dây PEN;

- loại 4 cực (3 pha+ trung tính) khi mạch có dây trung tính riêng biệt với dây PE.

Các điều kiện bắt buộc

Các điều kiện:

1. Cần thực hiện nối đất lặp lại ở những vị trí cần thiết dọc theo dây PE.

Ghi chú: Điều này không cần thiết đối với mạng dân dụng 1 pha. Chỉ cần một điện cực nối đất ở tủ điện.

2. Dây PE không được đi ngang qua máng dẫn, các ống dẫn sắt từ, v.v... hoặc lắp vào kết cấu thép vì hiện tượng cảm ứng và hiệu ứng gần có thể làm tăng tổng trở hiệu quả của dây.

3. Trong trường hợp dây PEN, cần phải nối dây này vào đầu nối đất của thiết bị trước khi nối vào cực trung tính của thiết bị (đầu nối 3 - sơ đồ TN-C hình G-40).

4. Trong trường hợp dây đồng ≤ 6 mm^2 hoặc dây nhôm ≤ 10 mm^2 hoặc cáp di động, cần phải sử dụng dây PE riêng so với dây trung tính (dùng sơ đồ TN–S).

C.G

5. Sự cố chạm đất nên được cắt bằng các thiết bị bảo vệ quá dòng, ví dụ cầu chì hay CB.

Các điều kiện nêu trên phải được tôn trọng trong mạng TN nhằm bảo vệ con người chống điện giật gián tiếp.

5.2 Bảo vệ chống chạm điện gián tiếp

Ba phương pháp tính toán thường được dùng là:

- *phương pháp tổng trở dựa trên việc cộng lượng giác trở kháng và cảm kháng;*
- *phương pháp tổng hợp;*
- *phương pháp qui ước dựa trên sụt áp giả thiết và các bảng cho sẵn.*

Các phương pháp xác định mức độ của dòng ngắn mạch

Trong mạng nối đất kiểu TN, về mặt nguyên tắc, ngắn mạch chạm đất sẽ luôn tạo dòng đủ để các bộ bảo vệ quá dòng tác động được. Tổng trở nguồn thường thấp hơn tổng trở mạch hạ áp do điện trở các dây dẫn tới thiết bị tạo nên. Do đó biên độ dòng ngắn mạch chạm đất chủ yếu phụ thuộc vào điện trở dây dẫn phía hạ áp (dây di động có chiều dài đường dây lớn, tăng tổng trở ngắn mạch dẫn đến dòng chạm đất bé).

Các khuyến cáo của IEC vừa mới đây đối với việc chống chạm điện gián tiếp trong mạng nối đất kiểu TN chỉ liên quan chủ yếu tới thời gian cắt sự cố lớn nhất cho phép theo điện áp định mức của mạng (xem bảng G13 mục 3.3). Đó là vì trong mạng TN, dòng sự cố sẽ tạo nên điện áp trên vỏ các thiết bị đến mức 50V hoặc hơn nữa và nó đủ lớn khiến có thể xảy ra 1 trong 2 tình trạng sau:

1. Hoặc dòng sự cố sẽ tự dập tắt ngay tức thời, hoặc

2. Dây dẫn bị nóng chảy tạo thành ngắn mạch và dòng sự cố sinh ra đủ để các thiết bị bảo vệ quá dòng tác động cắt.

Nhằm đảm bảo các thiết bị bảo vệ quá dòng tác động đúng trong trường hợp 2, cần có phương pháp tính dòng ngắn mạch chạm đất chính xác và trị số dòng chạm đất này phải được tính toán khi thiết kế mạch.

Để tính chính xác dòng chạm đất cần tới phương pháp các thành phần đối xứng. Tuy nhiên việc xác định tổng trở thứ tự không trong mạng hạ áp có kích thước bé rất khó, vì vậy các phương pháp gần đúng được áp dụng. Ba phương pháp thường được áp dụng là:

- Phương pháp tổng trở căn cứ trên tổng các tổng trở (chỉ xét thành phần thứ tự thuận) của mạch vòng ngắn mạch.
- Phương pháp tổng hợp: cho phép ước tính dòng ngắn mạch ở cuối mạch vòng ngắn mạch khi biết dòng ngắn mạch ở gần nguồn hơn.

- Phương pháp qui ước cho phép tính mức dòng ngắn mạch bé nhất kết hợp với việc sử dụng bảng làm cho kết quả tính đạt được nhanh hơn.

Những phương pháp này chỉ đáng tin cậy khi các dây cáp trong mạch vòng ngắn mạch được đặt gần nhau và không bị cách ly bởi vật liệu sắt từ.

Phương pháp tổng trở

Phương pháp này tính tổng các tổng trở thứ tự thuận của các phần tử (cáp, dây PE, máy biến áp ...) trong mạch vòng ngắn mạch mà dòng chạm vỏ chạy qua, sau đó tính dòng chạm vỏ theo công thức:

$$I = \frac{U}{\sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}}$$

U - điện áp pha (trị định mức);

$\sum R$ - tổng các điện trở;

$\sum X$ - tổng các điện kháng.

C.G

Không phải lúc nào cũng dùng được phương pháp này do khó xác định được điện trở của các phần tử. Đôi khi, với mục đích đánh giá, cho phép sử dụng những đặc tính của các phần tử được cung cấp trong các tài liệu tra cứu quốc gia.

Phương pháp tổng hợp: phương pháp này cho phép xác định dòng ngắn mạch ở cuối vòng ngắn mạch khi biết dòng ngắn mạch ở đầu nguồn bằng cách áp dụng công thức sau:

$$I = \frac{U.I_{SC}}{U + Z_{SC}.I_{SC}}$$

U - điện áp pha (định mức);

Z_{SC} - tổng trở mạch vòng ngắn mạch;

I_{SC} - dòng ngắn mạch đầu nguồn.

Ghi chú

Trong phương pháp này, các thành phần tổng trở được cộng số học với nhau, ngược với phương pháp trên (phương pháp tổng trở). Kết quả tính được sẽ cho giá trị dòng ngắn mạch bé hơn dòng thực tế. Nếu các thiết bị quá dòng được chỉnh định dựa trên các giá trị này, chúng sẽ tác động chắc chắn hơn.

Phương pháp qui ước

Phương pháp này được áp dụng khi chỉ cần độ chính xác đủ để xác định giới hạn độ dài lớn nhất của cáp.

Nguyên tắc:

Nguyên tắc dựa trên việc tính dòng ngắn mạch với giả thiết điện áp tại điểm ngắn mạch (tại chỗ đặt thiết bị bảo vệ) duy trì ở trị ≥ 80%U (xét U định mức pha – trung tính). Người ta sử dụng giá trị này và tổng trở mạch vòng ngắn mạch để tính dòng ngắn mạch. Giá trị 0,8U đã xem xét tất cả các điện áp rơi từ phía nguồn tới điểm đặt thiết bị bảo vệ.

Trong mạng cáp hạ áp, khi tất cả các dây dẫn của mạng 3 pha 4 dây được đặt gần nhau (đây là trường hợp thông thường), do hiệu ứng gần và hiệu ứng bề mặt, điện cảm cũng như hỗ cảm của các dây dẫn là bé và có thể bỏ qua so với điện trở của chúng.

Điều gần đúng này chỉ có giá trị cho cáp có tiết diện ≤ 120 mm^2

Với cáp có tiết diện lớn hơn 120 mm^2, trị R cần được hiệu chỉnh như sau:

Tiết diện lõi (mm^2)	Giá trị điện trở
S = 150mm^2	R + 15 %
S = 185mm^2	R + 20 %
S = 240mm^2	R + 25 %

Ví dụ

Chiều dài tối đa của cáp trong mạng nối đất kiểu TN được tính bằng công thức:

$$L_{max} = \frac{0,8U_0S_{ph}}{\rho(1+m)I_a} \qquad (m)$$

L_{max} - chiều dài tối đa cho phép của cáp (m);

U_0 - điện áp pha định mức = 230 V đối với mạng 230 /400V;

ρ - điện trở suất $\Omega mm^2/m$;

$\rho = 22,5.10^{-3}$ $\Omega mm^2/m$ đối với đồng;

$\rho = 36.10^{-3}$ $\Omega mm^2/m$ đối với nhôm;

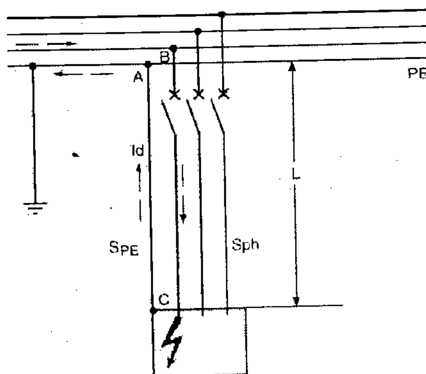
I_a - dòng tác động của bộ tác động tức thời hoặc là dòng cắt với thời gian xác định của cầu chì

$$m = \frac{S_{ph}}{S_{PE}}$$

S_{ph} - tiết diện cắt ngang của dây pha (mm^2);

S_{PE} - tiết diện cắt ngang của dây nối đất bảo vệ.

C.G



Hình G41. Tính L_{max} đối với mạng nối đất kiểu TN dùng phương pháp qui ước.

Các bảng số liệu

Các bảng sau dây có thể áp dụng cho mạng TN được thiết lập theo "phương pháp qui ước" đã mô tả trên.

Các bảng này cung cấp chiều dài mạch tối đa dựa trên trở kháng của dây dẫn khi trở kháng lớn hơn trị số này dòng ngắn mạch sẽ bị hạn chế thấp tới mức làm cho các CB (hoặc cầu chì) không cắt được mạch đủ nhanh để đảm bảo an toàn cho con người chống điện giật gián tiếp.

Các bảng số liệu này có tính đến:

- loại thiết bị bảo vệ: CB hay cầu chì;
- dòng tác động;
- tiết diện của các dây pha và dây bảo vệ;
- loại sơ đồ nối đất (xem hình G 47);
- loại CB (ví dụ B, C hoặc D).

Các bảng này được áp dụng đối với mạng 230 / 400V.

Các bảng tương đương đối với các thiết bị bảo vệ Compact & Multi 9 CB (Merlin Gerin) được giới thiệu trong phần sau:

Hệ số hiệu chỉnh

Bảng G 42 cung cấp hệ số hiệu chỉnh được áp dụng cho các số liệu tra từ bảng G43 đến G46 căn cứ theo tỉ số S_{ph}/S_{PE}, theo loại mạch và vật liệu làm dây dẫn.

Bảng G42. Hệ số hiệu chỉnh áp dụng theo chiều dài mạch cho trong các bảng G43 - G46 đối với mạng TN

Mạch	Loại vật liệu làm dây dẫn	m= $S_{ph}/S_{PE\ (hay\ PEN)}$			
		m = 1	m= 2	m= 3	m= 4
3 pha+N hay Pha +N	Đồng	1	0,67	0,50	0,40
	Nhôm	0,62	0,42	0,31	0,25

Mạch được bảo vệ bằng CB loại thông thường

Bảng G43. Chiều dài mạch tối đa đối với những tiết diện dây khác nhau và dòng đặt cắt nhanh của các CB thông thường

Tiết diện cắt ngang của dây dẫn mm^2	Dòng cắt nhanh hay dòng cắt với thời gian trễ ngắn (A)																												
	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400	500	560	630	700	800	875	1000	1120	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10000	12500
1,5	103	81	64	51	41	32	25	20	16	13	10	9	8	7	6	6	5												
2,5	171	136	107	85	66	53	42	34	26	21	17	15	13	12	10	10	8	8	7	5									
4	274	217	171	137	109	85	68	54	43	34	27	24	21	19	17	16	14	12	11	8	7	5							
6	410	326	256	205	164	126	102	82	64	51	41	36	32	29	25	23	20	18	16	13	10	8	6	5					
10			427	342	273	214	171	137	107	85	68	61	54	49	42	39	34	30	27	21	17	14	10	8	7	5			
16					436	342	274	219	171	137	109	97	87	78	68	62	55	49	44	34	27	21	17	13	11	8	7	5	
25							428	342	267	213	171	152	135	122	107	98	85	76	66	53	43	34	27	21	17	13	10	8	7
35								479	374	299	239	214	190	171	150	136	120	107	96	75	80	48	37	30	24	19	15	12	9
50										406	325	290	258	232	203	185	162	145	130	101	81	65	50	40	32	26	20	16	12
70											479	427	380	342	299	274	239	214	191	150	120	96	75	60	48	38	30	24	19
95														464	406	371	325	290	260	203	162	130	101	81	65	51	40	32	26
120																469	410	366	328	256	205	165	128	102	82	65	51	41	33
150																	446	398	357	279	223	178	139	111	89	71	56	44	36
185																		471	422	329	264	211	165	132	105	84	66	53	42
240																				410	328	263	205	164	131	104	82	66	52

Các mạch được bảo vệ bằng CB loại Compact hoặc Multi 9 dùng trong mạng công nghiệp hoặc dân dụng.

Bảng G44. Chiều dài mạch tối đa đối với các kích thước khác nhau của dây dẫn và các dòng định mức đối với CB loại B

S_{ph} mm²	Dòng định mức (A)																	
	1	2	3	4	6	8	10	13	16	20	25	32	40	45	50	63	80	100
1.5	1227	613	409	307	204	153	123	94	77	61	49	38	31	27	25	19	15	12
2.5			681	511	341	256	204	157	128	102	82	64	51	45	41	32	28	20
4			1090	818	545	409	327	252	204	161	131	102	82	73	65	52	41	33
6					818	613	491	377	307	245	196	153	123	109	98	78	61	49
10						1022	818	629	511	409	327	256	204	182	164	130	102	82
16								1006	818	654	523	409	327	291	262	208	164	131
25										1022	818	639	511	454	409	325	258	204
35												894	716	636	572	454	358	288
50															777	617	485	388

Bảng G45. Chiều dài mạch tối đa đối với các kích thước khác nhau của dây dẫn và các dòng định mức đối với CB loại C

S_{ph} mm²	Dòng định mức (A)																	
	1	2	3	4	6	8	10	13	16	20	25	32	40	45	50	63	80	100
1.5	613	307	204	153	102	77	61	47	38	31	25	19	15	14	12	10	8	6
2.5	1022	511	341	256	170	128	102	79	64	51	41	32	26	23	20	16	13	10
4		818	545	409	273	204	164	126	102	82	65	51	41	36	33	26	20	16
6			818	613	409	307	245	189	153	123	98	77	61	55	49	39	31	25
10				1022	681	511	409	315	256	204	164	128	102	91	82	65	51	41
16							818	654	503	409	327	262	204	164	145	131	104	82	65
25									1022	786	639	511	409	319	256	227	204	162	128	102
35												894	716	572	447	358	318	286	227	179	143
50															777	607	485	431	389	309	243	194

Bảng G46. Chiều dài mạch tối đa đối với các kích thước khác nhau của dây dẫn và các dòng định mức đối với CB loại D hoặc MA Merlin Gerin (*)

S_{ph}, mm^2	Dòng định mức (A)																					
	1	1.6	2	2.5	3	4	6	6.3	8	10	12.5	13	16	20	25	32	40	45	50	63	80	100
1.5	438	274	219	175	146	110	73	70	53	44	35	34	27	22	18	14	11	10	9	7	5	4
2.5	730	456	365	292	243	183	122	116	88	73	58	56	46	37	29	23	18	16	15	12	9	7
4		730	584	467	389	292	195	186	141	117	93	90	73	58	47	37	29	26	23	19	14	12
6			876	701	584	438	292	279	211	175	140	135	110	88	70	55	44	39	35	28	21	18
10					974	730	487	465	352	292	234	225	183	146	117	91	73	65	58	46	35	29
16							779	743	564	467	374	359	292	234	187	146	117	104	93	74	58	47
25									881	730	584	562	456	365	292	228	183	162	146	116	88	73
35										1022	818	786	639	511	409	319	258	227	204	162	123	102
50													867	692	558	432	347	308	277	220	174	139

(*) xem chương J, hình J5-3 về CB hoặc cầu chì MA

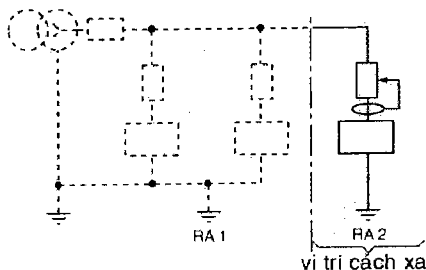
Ví dụ: Mạng 3 pha 4 dây (230/400V), loại nối đất TN - C được bảo vệ bằng CB có I_{dm} = 63A, dây dẫn của mạng là dây nhôm có $S_{ph} = 50\ mm^2$, $S_{PEN} = 25 mm^2$

Vậy chiều dài tối đa của mạch là bao nhiêu để CB này có thể cắt nhanh khi có sự cố chạm vỏ nhằm bảo vệ chống điện giật gián tiếp?.

Từ bảng G44 ta tra được chiều dài tối đa của mạch là 617m, dựa theo bảng G42 có hệ số hiệu chỉnh với $\frac{S_{ph}}{S_{PEN}} = 2$ là 0,42. Vậy chiều dài mạch tối đa là:

$$617 x\ 0,42 = 259\ m$$

Trường hợp đặc biệt khi có 1 hoặc nhiều phần vỏ thiết bị được nối đất riêng



Hình G47. Điện cực nối đất độc lập.

Bảo vệ chống chạm điện gián tiếp phải được đặt phía đầu nguồn tới của mạch có thiết bị

nối đất riêng này.

RCD có độ nhạy thích ứng với điện trở nối đất R_{A2} trong hình G47. Phần mạch phía sau RCD phải có sơ đồ nối đất loại TN – S.

5.3 Các thiết bị chống dòng rò có độ nhạy cao

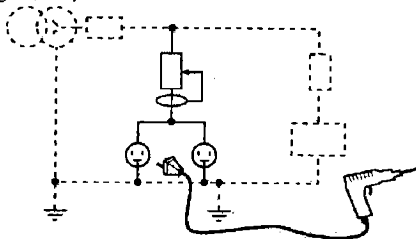
Tiêu chuẩn IEC364-4-471 khuyến cáo việc sử dụng RCD có độ nhạy cao (≤ 30 mA) trong những trường hợp sau:

- ổ cắm có dòng định mức ≤ 32 A ở vị trí bất kỳ (1);
- ổ cắm ở những nơi ẩm ướt (1);
- ổ cắm trong các mạng tạm thời;
- mạch cấp nguồn cho phòng giặt ủi và bể bơi;
- mạch cấp nguồn cho công trường, xe cắm trại, du thuyền, hội chợ.

Bảo vệ này có thể áp dụng đối với mạch độc lập hay nhóm các mạch.

- khuyến cáo áp dụng đối với các ổ cắm có I_{dm} ≥ 20 A (bắt buộc nếu chúng được sử dụng cho các thiết bị cầm tay hay sử dụng ngoài trời);
- ở một vài quốc gia, yêu cầu này là bắt buộc với mọi loại ổ cắm có I_{dm} ≤ 32 A.

(1) xem chương L, mục 3.

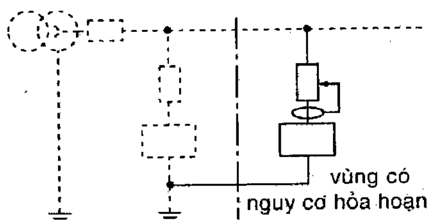


Hình G48. Mạch cấp cho ổ cắm.

5.4 Bảo vệ những vị trí đặc biệt có nguy cơ cháy

Ở những nơi đặc biệt có nguy cơ về cháy thường bị cấm sử dụng mạng TN– C và thường dùng sơ đồ TN-S.

Ở một vài nước, bắt buộc đặt thiết bị RCD có độ nhạy 500 mA ở đầu nguồn của mạch nơi có nguy cơ cháy cao.



Hình G49. Vị trí có nguy cơ hỏa hoạn.

5.5 Khi tổng trở mạch sự cố đặc biệt lớn

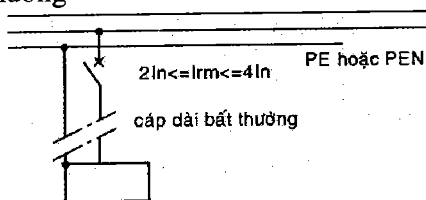
Khi tổng trở mạch sự cố lớn khiến dòng chạm vỏ bé dẫn đến trị số bảo vệ dòng không cắt nhanh được theo thời gian định sẵn, có thể xét các trường hợp xử lý tình trạng này như sau:

Biện pháp 1

Sử dụng CB có bộ phận tác động kiểu điện từ cắt nhanh có mức chỉnh định cắt nhanh thấp hơn bình thường

Ví dụ: $2 I_n \leq I_{rm} \leq 4I_n$

Tuy nhiên trong trường hợp này cần phải kiểm tra điều kiện CB không được cắt nhanh khi động cơ khởi động hay khi xuất hiện các dòng quá độ có trị số lớn trong mạng.

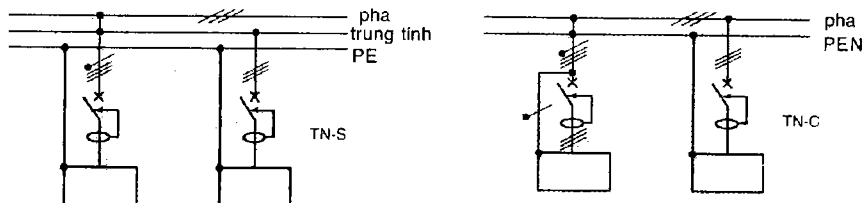


Hình G50. CB có bộ phận tác động kiểu điện tử cắt nhanh ở dòng bé.

C.G

Biện pháp 2

Đặt một RCD trên mạch. Thiết bị không cần có độ nhạy cao (vài đến chục ampe). Nếu có cả ổ cắm, mạch cần được bảo vệ bằng RCD độ nhạy cao (≤ 30 mA). Thường dùng một RCD cho vài ổ cắm trên cùng một mạch.



Hình G51. Bảo vệ bằng RCD trong mạng TN có tổng trở mạch vòng sự cố lớn.

Biện pháp 3

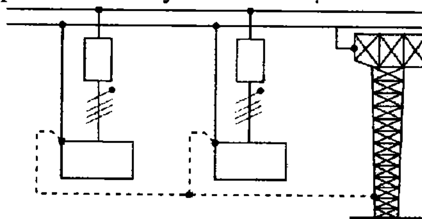
Tăng kích cỡ dây PE hay PEN và dây pha nhằm giảm tổng trở mạch vòng.

Biện pháp 4

Sử dụng thêm dây nối đẳng thế phụ. Điều này sẽ cho hiệu quả tương tự biện pháp 3, có nghĩa là làm giảm điện trở mạch vòng sự cố chạm vỏ, đồng thời biện pháp này còn giúp giảm điện áp tiếp xúc.

Tính hiệu quả của biện pháp cải tiến này có thể được kiểm tra bằng cách kiểm tra lại điện trở giữa vỏ của các thiết bị và dây PE chính ở lân cận.

Mạng TN - C không cho phép nối như hình G.52, biện pháp 3 nên được áp dụng đối với mạng này.



Hình G52. Nối đẳng áp cải thiện.

6. BIỆN PHÁP THỰC HIỆN SƠ ĐỒ IT

Điểm cơ bản của mạng có sơ đồ nối đất kiểu IT là khi xảy ra sự cố ngắn mạch 1 pha chạm đất, hệ thống vẫn có thể tiếp tục làm việc mà không cần phải cắt nguồn.

Trong sơ đồ kiểu này, vỏ dẫn điện của các thiết bị được nối đất thông qua dây PE tới cực nối đất của mạng, trong khi đó trung tính nguồn (máy biến áp) thì cách ly so với đất hoặc nối đất qua điện trở có trị số rất lớn (thường là 1000Ω hoặc cao hơn).

Do đó dòng ngắn mạch 1 pha chạm đất có trị số là mA, nó sẽ không gây nguy hiểm cho chỗ bị chạm đất và không làm tăng cao điện áp tiếp xúc, hoặc không gây nguy cơ cháy nổ. Vì vậy, hệ thống có thể làm việc bình thường chờ đến lúc thuận tiện sẽ cách ly chỗ bị sự cố để sửa chữa.

Thực tế, mạng kiểu này cần có các biện pháp đặc biệt kèm theo như:

C.G

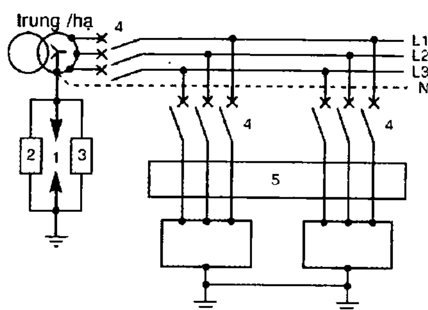
- bộ theo dõi thường xuyên trạng thái cách điện đối với đất của mạng, báo tín hiệu (chuông hoặc đèn báo) khi xuất hiện điểm chạm đất đầu tiên;
- một thiết bị hạn chế quá điện áp đặt ở trung tính của máy biến áp nguồn;
- có nhân viên bảo trì kịp thời định vị chạm đất điểm đầu. Điểm chạm đất này có thể được phát hiện nhờ các thiết bị tự động đặt thường trực trên mạng.

Tự động cắt nhanh bằng các CB thích hợp khi xảy ra chạm đất thêm điểm thứ hai, khi sự cố điểm thứ nhất chưa được sửa chữa. Điểm chạm đất thứ hai được định nghĩa là sự cố chạm đất xảy ra trên các pha khác so với pha bị chạm đất đầu tiên hay là chạm đất trực tiếp dây trung tính (xem hình G58).

6.1 Những điều kiện tiên quyết

Bảng G53. Các thiết bị bảo vệ cần thiết trong mạng IT

Chức năng yêu cầu tối thiểu	Các thành phần và thiết bị	Ví dụ (Merlin Gerin)
Bảo vệ chống quá điện áp ở tần số công nghiệp	(1) Bộ giới hạn điện áp	Cardew C
Điện trở nối đất trung tính (hay tổng trở nối đất)	(2) Điện trở	Tổng trở Zx
Bộ giám sát sự cố chạm đất báo động khi chạm đất điểm đầu tiên	(3) Thiết bị kiểm tra cách điện và báo động PIM	Vigilohm TR 22A hay XM200
Tự động cắt mạch khi xảy ra chạm đất điểm thứ hai và bảo vệ dây trung tính chống quá dòng	(4) CB loại 4 cực (nếu mạng có dây trung tính)	CB loại Compact noặc RCD _ MS
Xác định vị trí điểm chạm đất đầu tiên	(5) Thiết bị xác định vị trí bị sự cố đặt trên mạng hoặc bằng cách cắt lần lượt các mạch	Hệ thống Vigilolm



Hình G 54. Mạng có sơ đồ nối đất IT 3 pha - 3 dây.

Điều kiện khi có chạm đất điểm đầu tiên

Dòng sự cố chỉ là mA. Điện áp tiếp xúc được tạo nên từ dòng này và điện trở nối đất của mạng, điện trở dây PE. Giá trị này không nguy hiểm trừ những trường hợp đặc biệt. Tín hiệu báo động sẽ được phát khi có chạm đất điểm đầu tiên.

Nguyên tắc của việc giám sát sự cố chạm đất

Một máy phát xoay chiều tần số rất thấp, hoặc máy phát một chiều (để làm giảm ảnh hưởng của điện dung cáp đạt tới trị số có thể bỏ qua) sẽ cung cấp điện áp giữa điểm trung tính máy biến áp nguồn và đất. Điện áp này sẽ tạo nên dòng điện bé tùy thuộc vào điện trở cách điện tới đất của mạng và của bất kỳ thiết bị nối vào mạng.

Các thiết bị tần số thấp có thể đặt cho mạng xoay chiều, chúng sẽ phát ra thành phần dòng quá độ một chiều khi xảy ra sự cố. Các thiết bị đặc biệt có thể phân biệt được giữa thành phần điện trở và điện dung trong dòng rò.

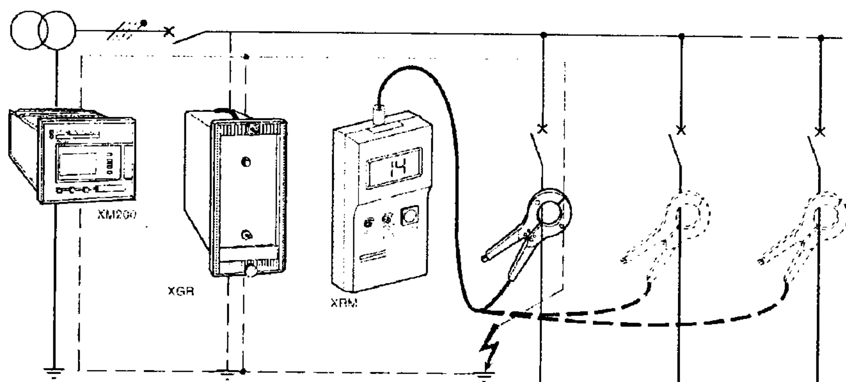
Các phát triển mới đây cho phép đo được quá trình phát triển dòng rò nhờ vậy có thể thực hiện các biện pháp ngăn ngừa xảy ra sự cố chạm đất điểm đầu tiên.

*Ví dụ *:*

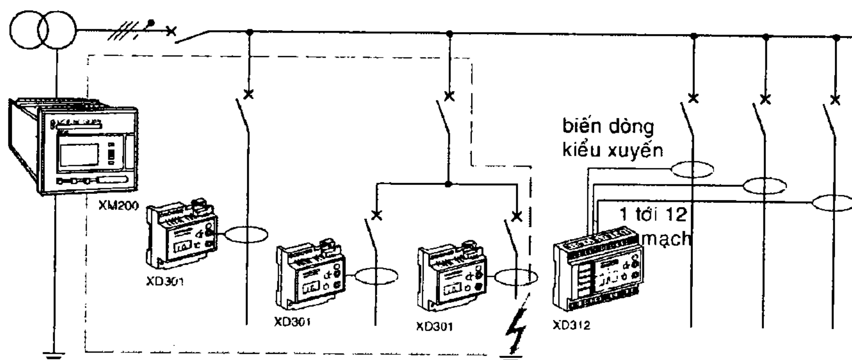
* Các thiết bị được trình bày dưới đây là của Merlin Gerin

Hình G55 xác định vị trí sự cố bằng tay. Máy phát điện có thể lắp cố định (ví dụ XM 200) hay loại cầm tay (ví dụ XGR cho phép kiểm tra mạch bị sự cố), bộ thu với cảm biến cũng có thể xách tay.

Rơle giám sát XM 200 kết hợp với bộ kiểm soát lắp cố định XD 301 (chúng lấy tín hiệu từ biến dòng dạng xuyến lắp trên các mạch quan tâm) cung cấp một hệ thống tự động xác định vị trí xảy ra sự cố trên một mạng đang hoạt động (hình G56).



Hình G55. Định vị sự cố bằng tay.

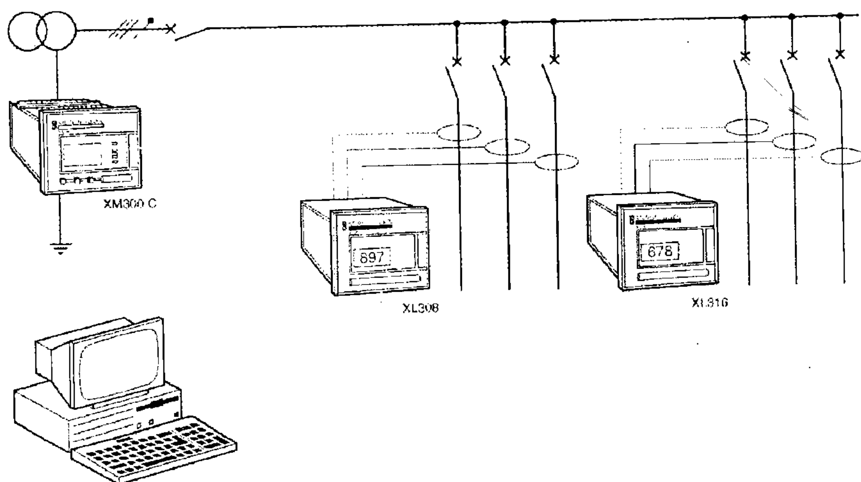


Hình G56. Định vị sự cố kiểu tự động cố định.

Hơn nữa, mức cách điện luôn được chỉ ra trên các mạch giám sát. Có 2 mức cách điện được kiểm soát: mức một nhằm báo động tình trạng giảm thấp cách điện nhờ đó người ta có thể áp dụng một số biện pháp đề phòng, mức 2 xác định điều kiện sự cố xảy ra và phát tín hiệu báo sự cố.

Tự động giám sát, ghi nhận vào máy tính và xác định vị trí sự cố: hệ thống Vigilohm cũng cho phép liên kết với một máy in và /hoặc với một máy PC (máy tính cá nhân) nhằm cung cấp khả năng xem xét lại một cách tổng thể mức cách điện của toàn mạng điện, đồng thời ghi nhận một cách tuần tự quá trình thay đổi mức cách điện của từng mạch.

Bộ giám sát trung tâm XM 300 C, kết hợp với các bộ giám sát tại chỗ XL 308 và XL 316, các biến dòng thứ tự không loại mạch từ hình xuyến, như trong hình G57, cung cấp các phương tiện thực hiện việc giám sát tự động này.



Hình G57. Tự động xác định vị trí sự cố và ghi nhận dữ kiện về điện trở cách điện.

Lắp đặt các thiết bị giám sát cách điện thường trực (PIM: Permanent Insulation Monitoring)

Cách nối: Thiết bị PIM thường được nối giữa trung tính của máy biến áp nguồn (hoặc trung tính giả) và cực nối đất của nó.

C.G

Nguồn: nguồn cấp cho PIM nên lấy từ nguồn có độ tin cậy cung cấp điện cao. Thực tế nguồn này được lấy trực tiếp từ mạng được giám sát qua thiết bị bảo vệ quá dòng được chỉnh định thích hợp.

Tổng trở của thiết bị PIM: nhằm duy trì mức dòng sự cố chạm đất trong giới hạn an toàn, dòng điện đi qua thiết bị PIM suốt trong thời gian xảy ra sự cố chạm đất thường bị giới hạn < 30 mA.

Khi trung tính được nối đất thông qua một điện trở, dòng tổng đi qua PIM và điện trở nối đất phải < 500 mA.

Điều này có nghĩa là điện áp tiếp xúc sẽ < 50V suốt trong thời gian xảy ra chạm đất nếu điện trở nối đất của mạng nhỏ hơn 100Ω và có thể tránh xảy ra hỏa hoạn do chạm điện gây ra.

Các trị số đặt

Theo tiêu chuẩn của một vài quốc gia, trị số đặt mức một là 20% dưới mức cách điện của một mạng mới lắp đặt. Giá trị này cho phép kiểm tra sự suy giảm chất lượng của mức cách điện nhằm có các biện pháp bảo trì cần thiết khi xảy ra những hư hỏng đáng kể. Trị số đặt đối với mức báo động (mức 2) có trị số thấp hơn.

Ví dụ:

Mức cách điện của mạng mới: 100KΩ

Dòng rò không gây nguy hiểm: 500mA

(nguy cơ hỏa hoạn xảy ra khi dòng > 500 mA)

Các trị số đặt: (do khách hàng chỉnh)

- mức cách điện xác định cần cắt để bảo trì: 0,8 x 100 = 80 kΩ;
- dòng ngắn mạch báo động: 300mA.

Ghi chú:

- trường hợp toàn mạng điện hay một phần mạng điện được cắt ra trong thời gian dài, sau đó nó được đóng điện trở lại, độ ẩm có thể làm

giảm điện trở cách điện của mạng. Trong tình trạng này, chủ yếu là tạo ra dòng rò chạy trên bề mặt ẩm ướt của lớp cách điện tốt và đây không phải là tình trạng sự cố. Và khi nhiệt độ tăng lên, do có dòng chạy trong dây dẫn, sẽ nhanh chóng làm giảm độ ẩm của bề mặt cách điện, tình trạng này sẽ nhanh chóng tự tiêu tan;

- thiết bị PIM (XM) có thể đo thành phần dòng điện trở và dòng điện dung chạy trong đất một cách riêng biệt, nhờ đó có thể xác định được điện trở cách điện thật từ dòng rò tổng.

Trường hợp chạm đất điểm thứ hai

Sự cố chạm đất điểm thứ hai trên mạng IT (trừ phi xảy ra trên cùng một dây dẫn với điểm chạm đất đầu tiên) sẽ tạo thành sự cố pha _ pha hay pha _ trung tính. Các thiết bị bảo vệ quá dòng (cầu chì hay CB) thường sẽ tác động cắt sự cố. Các trị số đặt của rơle quá dòng và cầu chì dựa trên các thông số cơ bản của mạch để xác định chiều dài cáp có thể được bảo vệ hợp lý.

Ghi chú: Trong các trường hợp thông thường, đường đi của dòng sự cố thường qua dây PE chung, dây này nối vỏ của tất cả các thiết bị trên mạng, vì vậy, tổng trở mạch vòng sự cố đủ thấp để đảm bảo mức dòng ngắn mạch đủ lớn cho các thiết bị bảo vệ tác động.

Ở những nơi chiều dài mạng phải lớn và đặc biệt trong trường hợp các thiết bị được nối đất riêng (vì vậy dòng sự cố đi qua 2 điện cực nối đất), độ tin cậy cắt mạch của các thiết bị bảo vệ quá dòng có thể không đạt. Trong trường hợp này, nên sử dụng RCD riêng cho từng mạch của mạng điện.

Ở nơi mà mạng IT nối đất qua điện trở, cần phải quan tâm tới việc RCD có thể quá nhạy hoặc sự cố điểm đầu tiên đã có thể làm cắt mạch không theo ý muốn. Trị số chỉnh định cắt mạch của các thiết bị chống dòng rò theo tiêu chuẩn IEC có thể ở các giá trị 0,5 $I_{\Delta n}$ đến $I_{\Delta n}$, trong đó $I_{\Delta n}$ là trị số đặt dòng rò định mức.

Việc đánh giá một cách chính xác các mức dòng ngắn mạch phải được thực hiện khi thiết kế. Không cần phải phân tích chặt chẽ góc pha mà chỉ cần xác định biên độ của dòng ngắn mạch vì trị số này có liên quan tới việc chọn thiết bị bảo vệ. Vì vậy các phương pháp tính gần đúng đơn giản hóa thường được áp dụng.

Có 3 phương pháp thường dùng là:

- phương pháp tổng trở, dựa trên tổng vectơ của tất cả các tổng trở mạch vòng sự cố (thành phần thứ tự thuận);

- phương pháp tổng hợp, cho phép tính dòng ngắn mạch ở vị trí cuối vòng khi mức dòng ngắn mạch ở gần hơn xác định được. Trong phương pháp này tính toán tổng trở phức theo phép cộng số học;

- phương pháp qui ước: giá trị thấp nhất của điện áp nguồn trên mạch sự cố giả sử là 80 % giá trị định mức, các bảng số liệu được sử dụng dựa trên giả thiết này sẽ cho phép đọc được trực tiếp chiều dài các mạch.

Các phương pháp thực dụng này chỉ đủ tin cậy trong trường hợp dây và cáp trong mạng của mạch vòng sự cố được đặt gần nhau và không bị cách ly bởi vật liệu sắt từ.

Phương pháp tổng trở

Phương pháp này đã được mô tả trong mục 5.2 và nó giống nhau trong hai trường hợp mạng nối đất kiểu IT và TN.

Phương pháp tổng hợp

Đã được mô tả trong mục 5.2 và nó giống nhau trong 2 trường hợp mạng nối đất kiểu IT và TN.

Phương pháp qui ước

Về mặt nguyên tắc tính toán trong mạng IT tương tự như cách tính trong mạng TN đã mô tả trong mục 5.2, theo đó, chiều dài lớn nhất của

mạch được tính toán sao cho các thiết bị bảo vệ quá dòng đặt phía trước các mạch này vẫn đảm bảo tác động được.

Tuy nhiên, không thể kiểm tra chiều dài của từng mạch khi xảy ra sự kết hợp ngắn mạch cùng tồn tại ở hai điểm khác nhau.

Nếu trị số đặt của bảo vệ quá dòng dựa trên giả thiết sự cố đầu tiên xảy ra ở cuối của mạch đang xét, trong khi đó điểm sự cố thứ 2 cũng xảy ra trên mạch như thế, hiệu quả là có thể chỉ có một mạch được cắt (mạch có trị số tác động đặt thấp hơn), vì vậy hệ thống sẽ tồn tại ở trạng thái bị chạm đất một điểm và một mạch bị cắt.

Trường hợp mạch 3 pha 3 dây, điểm chạm đất thứ hai chỉ có thể xảy ra dạng ngắn mạch pha – pha, vì vậy điện áp được dùng để tính chiều dài mạch tối đa là: $\sqrt{3}\,U_0$.

Chiều dài mạch tối đa được tính theo công thức:

$$L_{max} = \frac{0{,}8\sqrt{3}U_0 S_{ph}}{2\rho(1+m)I_a} \text{ (m)}$$

C.G

Mạng 3 pha 4 dây, dòng ngắn mạch bé nhất xét khi một trong các sự cố xảy ra trên dây trung tính: $L_{max} = \frac{0{,}8U_0 S_1}{2\rho(1+m)I_a}$ (m)

(chia 2 ở mẫu số nói lên rằng L_{max} trong mạng này chỉ cho phép 50% so với sơ đồ mạng TN). Ghi nhớ: không xét chiều dài giới hạn đối với bảo vệ chạm đất trong mạng TT vì mạng này được bảo vệ bằng RCD có độ nhạy cao.

Trong công thức tính L_{max} trên:

L_{max} - chiều dài tối đa của mạch (m);

U_o - điện áp pha (230V trong mạng 400 /230V);

ρ - điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn trong chế độ vận hành ở nhiệt độ bình thường;

$\rho = 22,5 \times 10^{-3}\ \Omega mm^2/m$ đối với đồng;

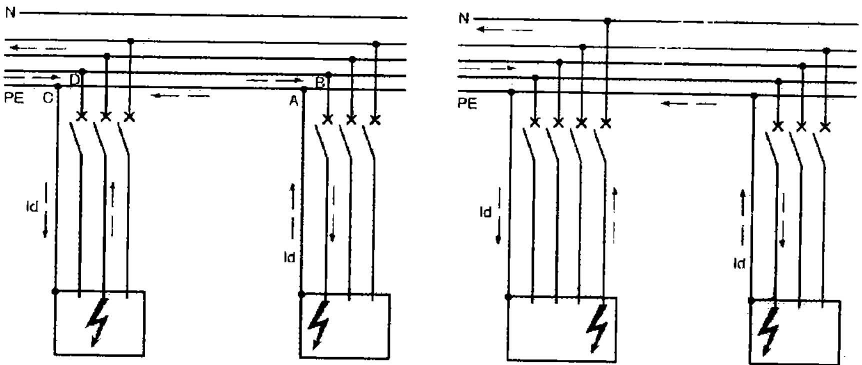
$\rho = 36 \times 10^{-3}\ mm^2/m$ đối với nhôm;

I_a - trị số đặt của bảo vệ quá dòng hoặc là dòng chảy của cầu chì ở thời gian xác định (A).

$$m = \frac{S_{ph}}{S_{PE}}$$

S_{PE} - tiết diện cắt ngang của dây PE (mm^2);

$S_1 = S$ - tiết diện dây trung tính (nếu mạng có dây trung tính).



Hình G58. Tính L_{max} trong mạng nối đất kiểu IT, chiều dòng sự cố chạy trong mạch trong điều kiện xảy ra sự cố kép.

Các bảng

> *Các bảng dưới đây (*) được thiết lập dựa theo phương pháp qui ước mô tả trên.*

(*) các bảng này đã được trình bày ở mục 5.2(G43 đến G46).

Tuy nhiên, các hệ số hiệu chỉnh (bảng G59) sẽ tính đến tỉ số S_{ph}/S_{PE}, dạng lưới, dạng vật liệu dây, và sẽ đặc trưng chỉ riêng cho sơ đồ IT (khác với bảng cho sơ đồ TN).

Các bảng này cho chiều dài mạch lớn nhất. Nếu vượt quá trị này giá trị điện trở (Ω) của dây dẫn làm dòng ngắn mạch bị giới hạn tới mức thấp hơn giá trị yêu cầu để cắt của CB (hay để chảy của cầu chì) bảo vệ mạch, đồng thời không đảm bảo tác động nhanh chống chạm điện gián tiếp.

Các bảng này có tính đến:

- loại bảo vệ: CB hay cầu chì;
- trị số đặt dòng tác động;
- tiết diện cắt ngang của dây pha và dây bảo vệ;
- loại sơ đồ nối đất;
- hệ số hiệu chỉnh: bảng G59 chỉ ra các hệ số hiệu chỉnh áp dụng đối với các chiều dài cho trong bảng G43 - G46 trình bày cho sơ đồ IT.

C.G

Bảng G59. Các hệ số hiệu chỉnh, đối với mạng nối đất kiểu IT, áp dụng đối với chiều dài mạch cho trong bảng G43 - G46

Mạch	Vật liệu làm dây dẫn	$m = \frac{S_{ph}}{S_{PE(PEN)}}$			
		m=1	m=2	m= 3	m= 4
3 pha	Đồng	0,86	0,57	0,43	0,34
	Nhôm	0,54	0,36	0,27	0,21
3 pha +N hoặc 1 pha + N	Đồng	0,50	0,33	0,25	0,20
	Nhôm	0,31	0,21	0,16	0,12

Ví dụ:

Một mạng IT 3 pha 3 dây 400 /230V có một trong các mạch được bảo vệ bằng CB có dòng định mức 63A, mạch này được dẫn bằng cáp lõi nhôm có tiết diện 50mm^2. Dây PE có tiết diện 25 mm^2 cũng bằng nhôm. Hỏi chiều dài lớn nhất cho phép của mạch sao cho có thể bảo vệ

người chống chạm điện gián tiếp bằng rơle tác động tức thời kiểu điện từ của CB?.

Tra bảng G44 ta được 617m, với cáp nhôm có m = 2 hệ số hiệu chỉnh theo bảng G59 là 0,36, vậy chiều dài tối đa là 617 x 0,36 = 222m.

6.3 Các RCD có độ nhạy cao

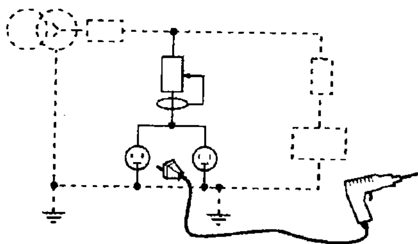
Tiêu chuẩn IEC 364 – 4 – 471 khuyến cáo nên sử dụng RCD có độ nhạy cao (≤ 30 mA) trong các trường hợp sau:

- ổ cắm có dòng định mức 32 A ở các vị trí bất kỳ;
- ổ cắm ở nơi ẩm ướt với mọi trị số dòng định mức;
- ổ cắm trong mạng tạm thời;
- mạch cung cấp cho phòng giặt và bể bơi;
- mạch cung cấp cho các xe cắm trại, du thuyền, hội chợ, các công trường.

Các bảo vệ này có thể sử dụng cho mạch độc lập hoặc nhóm các mạch.

Đặc biệt khuyến cáo sử dụng bảo vệ này đối với mạch ổ cắm >20A (bắt buộc nếu ổ cắm này cấp điện cho dụng cụ cầm tay hoặc dùng ngoài trời).

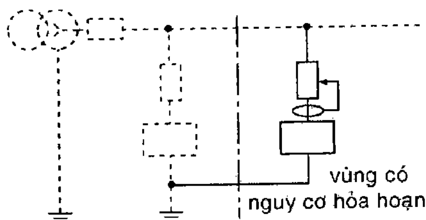
Ở một vài quốc gia, RCD được áp dụng bắt buộc đối với tất cả các ổ cắm có $I_{dm} \leq 32$ A.



Hình G.60. Mạch cấp nguồn cho ổ cắm.

6.4 Ở những nơi có mối nguy hiểm hỏa hoạn cao

Ở nhiều quốc gia, bảo vệ bằng RCD ở các vị trí CB trên mạch cấp nguồn cho những nơi dễ cháy là bắt buộc. Độ nhạy của RCD phải ≤ 500 mA.



Hình G61. Vị trí có nguy cơ cháy cao.

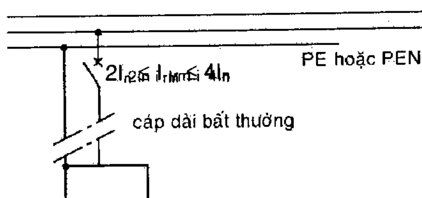
6.5 Khi tổng trở mạch vòng sự cố đặc biệt lớn

Trong quá trình thiết kế mạng, khi nhận thấy rằng tổng trở mạch vòng sự cố sẽ lớn tới mức bảo vệ quá dòng không thể tác động với thời gian mong muốn được, có thể xem xét áp dụng các biện pháp sau:

Biện pháp 1

Lắp đặt một CB có phần tử điện từ cắt nhanh với mức chỉnh định tác động thấp hơn trị số đặt thông thường. Ví dụ:

$$2I_n \leq I_{rm} \leq 4\ I_n$$



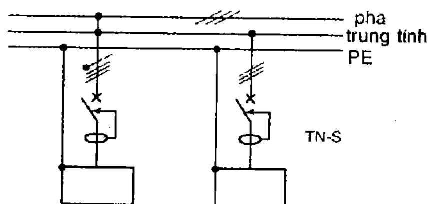
Hình G62. CB với bộ tác động điện từ cắt nhanh với dòng đặt thấp.

Điều này nhằm đảm bảo bảo vệ cho mạch có chiều dài lớn. Tuy nhiên cần phải kiểm tra điều kiện CB không cắt nhầm khi có xảy ra các dòng quá độ lớn, ví dụ dòng khởi động của động cơ

Biện pháp 2

Lắp RCD có độ nhạy thấp (vài tới vài chục ampe vì nó sẽ không cần phải tác động khi có chạm đất điểm đầu).

Nếu mạch cấp nguồn cho các ổ cắm, trong vài trường hợp, có thể thực hiện bảo vệ bằng RCD độ nhạy cao (≤ 30 mA).



Hình G63. Bảo vệ bằng RCD.

Biện pháp 3

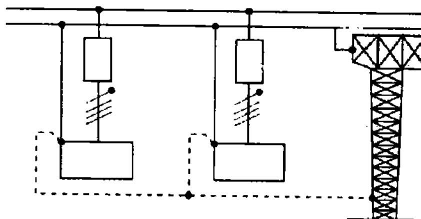
Tăng kích thước của dây PE và / hoặc dây pha để làm giảm tổng trở mạch vòng ngắn mạch.

Biện pháp 4

Thêm dây nối đẳng thế. Điều này tạo hiệu quả tương tự biện pháp 3, nghĩa là nó làm giảm điện trở mạch vòng ngắn mạch chạm đất, đồng thời còn làm giảm điện áp tiếp xúc.

Tính hiệu quả của biện pháp này có thể kiểm tra được bằng cách kiểm tra điện trở giữa vỏ các thiết bị và dây nối đất bảo vệ chính tại chỗ. Đối với mạng TN – C, nối đất vỏ thiết bị kiểm tra như hình G64 là không cho phép và cần thực hiện biện pháp 3.

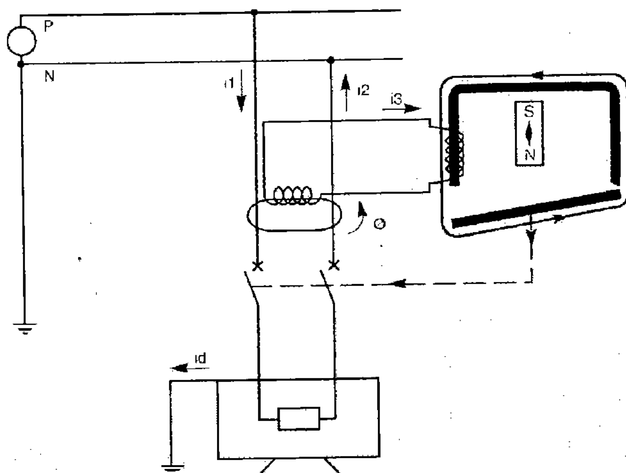
Hình G64. Nối đẳng thế cải thiện.



7. CÁC THIẾT BỊ BẢO VỆ DÒNG RÒ THEO NGUYÊN TẮC SO LỆCH (RCD)

7.1. Mô tả

Nguyên tắc hoạt động: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của RCD được vẽ trên hình G-65. Theo đó, dòng điện chạy qua tất cả các dây dẫn của mạng (dây pha, dây trung tính) được cho đi qua lõi của một mạch từ . Từ thông sinh ra trong mạch từ phụ thuộc vào tổng đại số các từ thông sinh ra do các thành phần dòng chạy trên các dây dẫn. Dòng trên một chiều nào đó được coi là dương thì dòng chạy theo chiều ngược lại là âm.



Hình G65. Nguyên lý làm việc của RCD.

Trong mạch đang làm việc bình thường $i_1 + i_2 = 0$, sẽ không có từ thông sinh ra trên lõi từ, và không có sức điện động sinh ra trên cuộn dây. Khi xảy ra chạm vỏ thiết bị, sẽ có dòng chạm đất i_d đi qua lõi tới chỗ sự cố và trở về nguồn qua đất hoặc qua dây PE trong sơ đồ TN. Ta có: $i_1 + i_2 \neq 0$, dòng không cân bằng này tạo nên từ thông Φ trong

C.G

mạch từ, nguyên tắc này thực hiện giống trong trường hợp bảo vệ so lệch. Từ thông xoay chiều sinh ra trên mạch từ sẽ cảm ứng sức điện động trong cuộn dây, vì vậy dòng i_3 chạy qua cuộn cắt của thiết bị RCD. Nếu dòng rò vượt quá giá trị cần thiết của cuộn cắt, máy cắt liên quan sẽ tác động cắt.

7.2 Ứng dụng của RCD

Dòng rò xuống đất thường trực: Mỗi mạng hạ áp đều tồn tại dòng rò xuống đất thường xuyên, do cách điện của mạng không hoàn hảo và do điện dung giữa các pha cũng như điện dung pha – đất.

Mạng điện càng lớn, điện trở cách điện càng thấp, điện dung của chúng càng lớn và đương nhiên là dòng rò càng tăng.

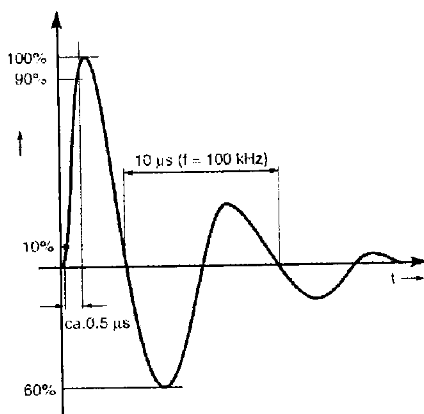
Ở mạng 3 pha, dòng điện dung rò xuống đất có thể bằng không nếu điện dung pha – đất của 3 pha bằng nhau, điều kiện này thực tế không xảy ra được. Dòng dung đi xuống đất đôi khi tăng đáng kể do các tụ lọc trong các thiết bị điện tử (hệ thống thông tin, tự động, mạng máy tính,.v.v). Khi thiếu các thông tin cần thiết, dòng rò thường trực trong các mạng điện có thể phỏng đoán từ các giá trị sau: (Theo số liệu của Bulletin de l' UTE – tháng 4 – 1992).

Đo ở mạng	U = 230V, f = 50 Hz
Đầu cực máy Fax	0,5 – 1,0 mA
Mạng IT*	1 - 2 mA
Đầu nối IT*	1-2 mA
Máy in (mạng IT*)	< 1 mA
Máy photocopier	0,5 – 1,5 mA

* Information Technology (công nghệ thông tin).

Dòng rò quá độ: Dòng quá độ ban đầu của thành phần điện dung nói trên sẽ tăng cao với tần số quá độ lớn trong khoảng thời gian rất ngắn, xem hình G66. Sự xuất hiện đột ngột của điểm chạm đất đầu

trong mạng nối đất kiểu IT cũng tạo nên dòng rò quá độ ở tần số cao do sự tăng thế đột ngột trên 2 pha bình thường.



Hình G66. Dạng sóng dòng quá độ chuẩn 0,5 µs/100KHz.

C.G

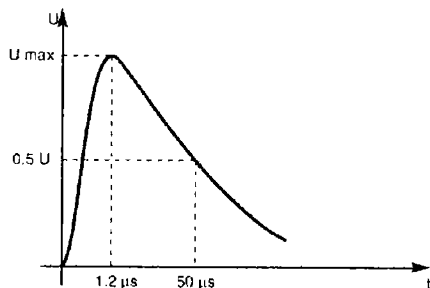
Ảnh hưởng của quá điện áp

Quá điện áp xảy ra trong mạng điện do các nguyên nhân khác nhau: quá điện áp khí quyển hoặc nội bộ như các điều kiện vận hành của mạng (sự cố, thao tác thiết bị đóng cắt, bảo vệ tác động cắt,v.v). Các thay đổi đột ngột này thường gây nên điện áp quá độ lớn và dòng điện quá độ lớn chạy trong mạch có tính cảm và tính dung trước khi trạng thái xác lập đạt được.

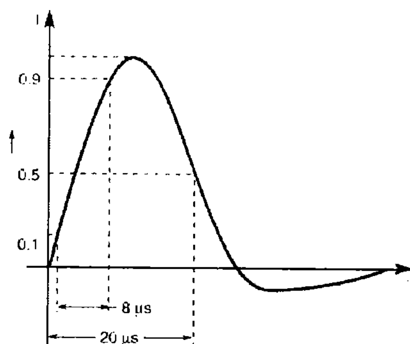
Các ghi nhận cho thấy rằng điện áp quá độ thường thấp hơn 6 kV trong lưới hạ thế và có thể đặc trưng bằng dạng sóng 1,2/50 µs (hình G67).

Các điện áp quá độ này sẽ gây nên dòng quá độ đặc trưng bằng sóng xung dòng dạng 8 / 20µs, giá trị đỉnh khoảng vài chục ampe (hình G68).

Dòng quá độ này chạy vào đất qua điện dung của bộ chống sét hoặc qua các chỗ rò cách điện.



Hình G67. Dạng điện áp chuẩn 1,2/50



Hình G68. Dạng xung dòng chuẩn 8/20µs.



Hình G69. Ký hiệu chuẩn được áp dụng trong vài quốc gia đối với việc bảo vệ chống lại thao tác sai do quá độ.

Sự tương hợp điện từ (EMC)

Dòng và điện áp cao quá độ ở tần số cao (xung một hướng, còn gọi là đơn cực) được nêu trên cùng với các nguồn gây dao động điện từ (cuộn dây các côngtăctơ, rơle, tiếp điểm), bộ nạp xả, bộ bức xạ sóng điện từ (radio, mạch kích, ...) làm gia tăng sự lưu tâm đáng kể tới hiện tượng EMC (electro - magnetic compatibility). Xem chi tiết trong tài liệu kỹ thuật 120 và 149 Merlin Gerin.

Cần thiết phải đảm bảo sao cho các RCD không tác động nhầm do ảnh hưởng của các xung dao động điện từ. Thực tế, các mức cho trong bảng G70 được tuân theo khi thiết kế và chế tạo.

Thực hiện

Mỗi RCD được lắp dặt phải có mức sai số tối thiểu nhằm đảm bảo không tác động nhầm theo bảng G70. RCD loại "S " hoặc có trị đặt tạo

trễ mức I hoặc II (xem hình G36) khống chế được các dòng rò quá độ, kể cả mạng có LA, khi thời gian tồn tại các dòng quá độ này nhỏ hơn 40 ms.

Bảng G70. Mức thử tương hợp điện từ của RCD

Loại nhiễu	Hình thức kiểm tra	Mức chịu đựng yêu cầu
Quá điện áp	Xung 1,2/50μs	6 KV đỉnh
Dòng quá độ	Xung 0,5μs /100kHz	200 A đỉnh*
	Xung 8/20μs	200 A đỉnh 60 A đỉnh đối với RCD 10mA 5kA đỉnh đối với loại "S" hoặc loại tác động có trễ
Đóng cắt	Theo IEC 801-4	4 kV
Tĩnh điện	Phóng tĩnh điện theo IEC801-2	8kV
Sóng bức xạ	Trường điện từ bức xạ theo IEC 801-3	3V/m

C.G

* RCD có $I_{\Delta n}$ < 10 mA không yêu cầu kiểm tra (IEC 1008 – 1)

Lưu ý : RCD tác động trễ thường đặt gần trạm, nơi mà sóng dòng từ bên ngoài rất khắc nghiệt. Kiểm tra mức 5kA đỉnh phản ảnh điều này.

Dòng rò thường trực của mạch sau chỗ đặt RCD cần được xem xét, đặc biệt trong mạng lớn và / hoặc khi tồn tại các mạch lọc hoặc trong mạng nối đất kiểu IT. Nếu biết giá trị điện dung của mạng, dòng rò tương đương được dùng để chọn độ nhạy cho RCD là:

khi f = 50 /Hz: $i^*_{mA} = 0,072\ C$;

$i_{mA} = 0,086\ C$ khi f = 60 /Hz

C - (nF) điện dung pha - đất;

$$i_{mA} = \frac{230V x 100\pi x 10^3}{10^9} x C_{(nF)} = 0,072C(mA) \text{ ở 50 Hz}$$

Vì các RCD tuân theo tiêu chuẩn IEC và tiêu chuẩn của nhiều quốc gia cho phép làm việc trong mức 0,5 $I_{\Delta n}$ - $I_{\Delta n}$, dòng rò sau chỗ đặt RCD không được vượt quá 0,5 $I_{\Delta n}$.

Việc giới hạn dòng rò thường trực tới 0,25 $I_{\Delta n}$ sẽ giới hạn các ảnh hưởng của tất cả các dòng quá độ.

Trong các trường hợp đặc biệt, chẳng hạn mở rộng hoặc cải tạo lại mạng có sơ đồ nối đất kiểu IT, cần có lời khuyên của nhà chế tạo.

Các dòng một chiều

Dòng điện một chiều cung cấp tự dùng cho điều khiển và đo lường của thiết bị điện và cơ thường được lấy từ các bộ chỉnh lưu (diode, triac, thyristor).

Khi xảy ra sự cố chạm đất sau bộ chỉnh lưu, dòng sự cố có thể chứa thành phần một chiều.

Sự nguy hiểm phụ thuộc mức cách điện của mạch d.c trong thiết bị và cần xem xét trong trường hợp riêng. Vấn đề này thường liên quan tới lĩnh vực công nghiệp.

IEC phân loại các RCD theo khả năng tác động khi tồn tại thành phần d.c trong dòng rò.

Có 3 loại:

Loại AC: chỉ tác động theo dòng xoay chiều

Loại A: tác động nếu dòng rò chứa xung một hướng (đơn cực)

Loại B: tác động theo thành phần một chiều.

Ghi chú:

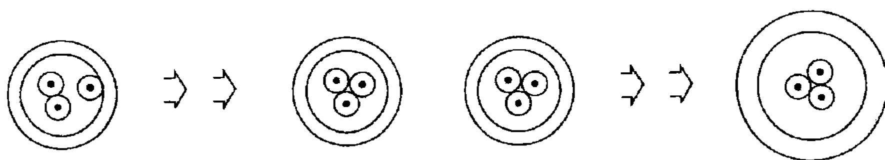
Thường sử dụng loại RCD loại AC, loại A có thể sử dụng khi có yêu cầu đặc biệt như là một biến dạng của loại AC.

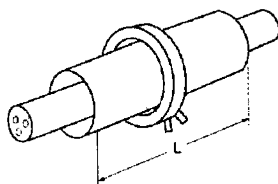
Những khuyến cáo có liên quan tới việc lắp đặt RCD với biến dòng kiểu xuyến

Phần tử kiểm tra dòng rò là một mạch từ khép kín (thường có dạng xuyến) có độ từ thẩm rất cao trên đó có quấn một cuộn dây, toàn bộ các phần này kết hợp với nhau tạo thành biến dòng kiểu xuyến. Do có độ từ thẩm cao, khi xảy ra những dao động của mạch 3 pha đối xứng chạy trên dây sơ cấp bao quanh mạch từ và do ảnh hưởng của các vật liệu sắt từ đặt gần lõi (vỏ thép, khung máy.v.v.) các yếu tố này có thể ảnh hưởng tới sự cân bằng các lực từ động sinh ra trên mạch từ, đặc biệt là trong trường hợp dòng tải lớn (dòng khởi động của động cơ, dòng đóng máy biến áp, v.v..).làm cho các RCD tác động nhầm. Tỉ số giữa dòng làm việc $I_{\Delta n}$ với dòng pha lớn nhất I_{phmax} thường nhỏ hơn 1/1000 trừ phi người ta thực hiện các biện pháp đặc biệt.

Mức giới hạn này có thể được tăng nhờ các biện pháp được chỉ ra trên hình G71 và tổng kết trên bảng G72.

C.G





Hình G71. Các biện pháp làm giảm tỉ số $I_{\Delta n}$ / I_{phmax}.

Bảng G72. Các biện pháp làm giảm tỷ số $I_{\Delta n} / I_{phmax}$

Biện pháp	Đường kính (mm)	Hệ số giảm bớt độ nhạy
Sắp xếp một cách trung tâm hoá cẩn thận các dây cáp vào trong vòng từ		3
Tăng kích thước của vòng từ hình xuyến	ϕ50 >ϕ100 ϕ80 >ϕ200 ϕ120 > ϕ200	2 2 6
Sử dụng ống chắn bằng sắt mềm hoặc thép:	ϕ50	4
- Bề dày 0,5mm	ϕ80	3
- Có chiều dài = 2 x đường kính trong của vòng từ hình xuyến	ϕ120	3
- Che chắn toàn bộ quanh dây dẫn và trùm phủ vòng từ ở cả hai đầu	ϕ200	2

Các biện pháp này có thể được kết hợp chung với nhau bằng cách tập trung một cách cẩn thận các dây cáp bên trong một vòng hình xuyến đường kính 200 mm (trên thực tế chỉ cần vòng đường kính 50mm là đủ), kết hợp với việc sử dụng một ống làm màn chắn, tỉ số 1/1000 có thể trở thành 1/30000.

7.3 Chọn các đặc tính của CB chống dòng rò (Residual - Current Circuit Breaker - RCCB - IEC 1008)

Dòng định mức

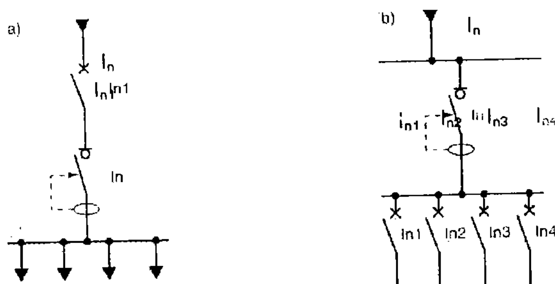
Dòng định mức của RCCB được chọn theo dòng tải làm việc lâu dài, được xác định theo các phương pháp mô tả trong mục B phần 4.3

Nếu RCCB được mắc nối tiếp và ở phía sau một CB, dòng định mức của cả hai phải được chọn giống nhau, có nghĩa là $I_n \geq I_{n1}$* (hình G73 (a)).

* Vài tiêu chuẩn quốc gia yêu cầu kiểm tra khả năng chịu nhiệt khi dòng lớn hơn I_n nhằm đảm bảo việc phối hợp bảo vệ tốt hơn.

Nếu RCCB được đặt trước một số các thiết bị, các thiết bị này được bảo vệ bằng các CB riêng như trên hình G73 (b) dòng định mức của RCCB được cho:

$$I_n \geq k_u \times k_s \ (I_{n1}+I_{n2}+I_{n3}+I_{n4})$$



Hình G73. CB chống dòng rò RCCB.

Yêu cầu về khả năng chịu được lực điện động

Bảo vệ chống ngắn mạch phải được đảm bảo bằng thiết bị SCPD (Bảo vệ ngắn mạch) đặt phía trước. Tuy vậy cần nhận thấy rằng khi RCCB đặt trong tủ phân phối với các CB (hoặc cầu chì) của mạch ra, các SCPD bảo vệ chống ngắn mạch cần được lựa chọn tương thích. Cần có sự phối hợp giữa RCCB và SCPD, do đó các nhà chế tạo thường cung cấp các bảng phối hợp giữa RCCB và các CB hoặc cầu chì (xem bảng G74).

Bảng G74. **Bảng phối hợp giữa RCCB, CB và cầu chì theo một số nhà sản xuất tiêu biểu.**

Phối hợp giữa RCCB và cầu chì – dòng ngắn mạch tối đa (không áp dụng đối với cầu chì loại aM)

Cầu chì phía trước loại gl (không xét loại AM)	loại	16A	25A	32A	40A	50A	63A	80A	100A
RCCB phía sau	25A	100	100	100	-	-	-	-	-
loại 2 cực	40A	-	100	100	80	-	-	-	10 (1)
	63A	-	-	-	80	50	30	20	10 (1)
	80A	-	-	-	-	-	30	20	-
loại 4 cực	25A	100	100	100	-	-	-	-	10 (1)
	40A	-	100	100	80	-	-	-	10 (1)
	63A	-	-	-	80	50	30	20	10 (1)
	80A	-	-	-	-	-	30	20	10 (1)

(1) Cầu chì 100 A với nhiều RCCB phía sau: khả năng chịu nhiệt của RCCB không xác định.

Phối hợp của CB và RCCB – Dòng ngắn mạch lớn nhất (kA) (xét trị hiệu dụng)

CB phía trước	Loại	C60a	C60N	C60H	C60L	NC 100H	NC 100L
RCCB phía sau	25A	10	16	20	45	-	45
loại 2 cực	40A	10	16	20	40	-	45
	63A	-	16	20	30	5	45
	80A	-	-	-	-	5	-
loại 4 cực	25A	5	8	10	25	-	22
	40A	5	8	10	25	-	22
	63A	-	8	10	15	5	22

CHƯƠNG H

BẢO VỆ LƯỚI - THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT

PHẦN H1 BẢO VỆ LƯỚI

1. KHÁI NIỆM CHUNG

1.1 Phương pháp luận và các định nghĩa

Phương pháp luận

Các thành phần của mạch điện và hệ thống bảo vệ được xác định sao cho các điều kiện ràng buộc khi vận hành ở chế độ bình thường và không bình thường luôn được thoả mãn.

C.H1

Theo phân tích sơ bộ các yêu cầu lắp đặt điện như đã mô tả ở chương B mục 4, việc khảo sát hệ thống cáp (*) và bảo vệ cho nó cần được thực hiện từ điểm khởi đầu của lưới hạ thế, qua các bậc trung gian cho tới các mạch điện cuối cùng.

Hệ thống cáp và bảo vệ tại mỗi cấp cần thỏa mãn đồng thời các điều kiện đảm bảo cho một lưới điện an toàn và tin cậy, nghĩa là:

- có khả năng mang tải lớn nhất và chịu được quá tải bình thường trong thời hạn ngắn;

(*) Khái niệm "hệ thống cáp" ở chương này bao gồm các dây dẫn bọc cách điện kể cả cáp 1 lõi, nhiều lõi và dây cách điện.

- không gây giảm áp mạnh trong những trường hợp như khởi động động cơ v.v...

Hơn thế nữa, các thiết bị bảo vệ (CB hay cầu chì) cần:

- bảo vệ cáp và thanh góp ở mọi cấp khỏi quá dòng, bao gồm cả dòng ngắn mạch;

- bảo vệ chống chạm điện gián tiếp, đặc biệt trong hệ thống nối đất TN và IT, khi chiều dài mạch điện có thể hạn chế biên độ của dòng ngắn mạch, do đó làm chậm trễ sự ngắt mạch tự động (cần nhớ là lưới điện có nối đất kiểu TT cần được bảo vệ ở đầu nguồn bằng các RCD có dòng định mức 500 mA).

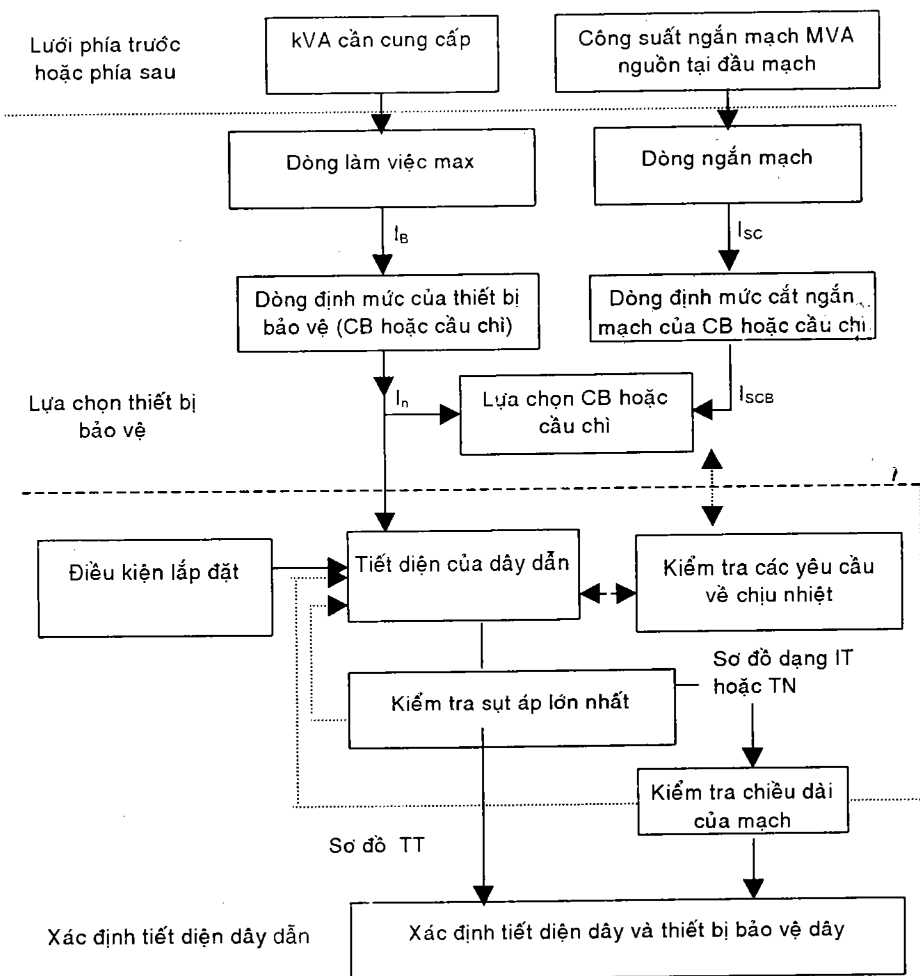
Tiết diện dây dẫn được xác định theo phương pháp mô tả ở mục 1.2 của chương này. Ngoài phương pháp này, một vài tiêu chuẩn quốc gia có thể dùng để xác định tiết diện bé nhất thỏa mãn độ bền cơ. Một vài phụ tải đặc biệt (được mô tả ở chương J) đòi hỏi phải dùng các dây dẫn cấp điện lớn hơn và do vậy bảo vệ mạch cũng sẽ được thay đổi.

Định nghĩa

Dòng làm việc max: I_B

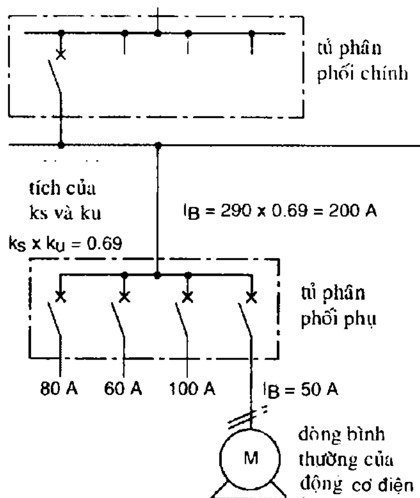
Ở cấp cuối cùng của mạch điện, dòng này tương ứng với công suất định mức kVA của tải. Trong trường hợp khởi động động cơ hoặc tải có dòng điện khởi động lớn, đặc biệt khi tần số khởi động đáng kể (như thang máy, máy hàn điểm kiểu biến trở, v.v...), cần phải tính đến hiệu ứng nhiệt tích lũy do quá dòng. Khi ấy cả dây dẫn và rơle nhiệt đều bị ảnh hưởng.

Tại các cấp cao hơn của mạch điện, dòng này sẽ tương ứng với số kVA được tính qua các hệ số đồng thời và sử dụng (k_s và k_u) như hình ở H1-2.



Hình H1-1. Thuật toán xác định kích cỡ dây và thiết bị bảo vệ.

C.H1



Hình 1-2. Tính dòng làm việc max I_B.

Dòng cho phép lớn nhất: I_z

Đây là giá trị lớn nhất của dòng mà dây dẫn có thể tải được vô hạn định và không làm giảm tuổi thọ làm việc. Với tiết diện đã cho, dòng này phụ thuộc vào các thông số sau:

- kết cấu của cáp và đường dẫn cáp (dây Cu hoặc Al; cách điện PVC hoặc EPR; số dây làm việc);
- nhiệt độ môi trường;
- phương pháp lắp đặt;
- ảnh hưởng của mạch điện lân cận.

Quá dòng:

Quá dòng sẽ xảy ra khi dòng vượt quá dòng làm việc lớn nhất I_B của tải. Nếu như sự cố hư hỏng dây dẫn (và thiết bị khi quá dòng sinh ra do hỏng hóc các bộ phận của nó) nhất thiết phải được loại bỏ, thì dòng này cần được cắt với tốc độ phụ thuộc vào biên độ của dòng.

Quá dòng trong thời gian tương đối ngắn có thể xảy ra trong điều kiện vận hành bình thường. Có hai dạng quá dòng cần được phân biệt:

Quá tải

Quá tải xảy ra trong các mạch điện vận hành bình thường, ví dụ, do việc một vài tải vận hành ngắn hạn cùng vận hành một thời điểm, khởi động động cơ ... Nếu như những điều kiện vận hành này duy trì trong khoảng thời gian lớn hơn thời gian nào đó (phụ thuộc vào ngưỡng đặt của rơle hoặc cầu chì) thì mạch điện có thể bị cắt.

Ngắn mạch

Những dòng này sinh ra do hư hỏng cách điện giữa các dây dẫn hoặc giữa dây dẫn và đất (ở hệ thống có trung tính nối đất qua điện trở nhỏ) như:

- ngắn mạch 3 pha (có hoặc không chạm trung tính hoặc chạm đất);
- ngắn mạch 2 pha (có hoặc không chạm trung tính hoặc đất);
- ngắn mạch một pha chạm trung tính hoặc đất.

1.2 Nguyên lý bảo vệ quá dòng

Các thiết bị bảo vệ thường đặt ở đầu của mạch điện. Chúng sẽ cắt dòng trong khoảng thời gian nhỏ hơn giá trị cho theo đặc tuyến I^2t của cáp nhưng lại cho phép dòng I_B chạy vô hạn định.

Sau khi có dòng ngắn mạch chạy qua dây dẫn trong khoảng thời gian nhỏ hơn 5 s, các đặc tính của dây dẫn cách điện có thể được xác định gần đúng theo công thức:

$$I_S^2 t = k^2 S^2$$

Công thức này chỉ ra rằng lượng nhiệt cho phép sinh ra sẽ tỉ lệ thuận với tiết diện dây.

Trong công thức trên:

t - thời gian dòng ngắn mạch chạy qua (s);

S - tiết diện của dây cách điện (mm^2);

I - dòng ngắn mạch (A);

k - hằng số đặc trưng của dây cách điện (giá trị của k^2 được cho trong bảng H1.54).

Với dây dẫn đã cho, dòng cho phép lớn nhất sẽ thay đổi phụ thuộc vào môi trường. Ví dụ, với nhiệt độ môi trường cao ($\theta_{a1} > \theta_{a2}$) dòng I_{Z1} sẽ nhỏ hơn I_{Z2} (hình H1.5) với θ là nhiệt độ.

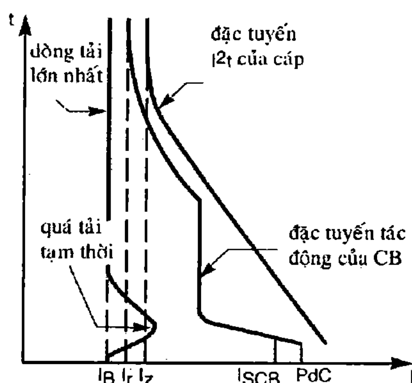
Chú ý:

I_{SC} chỉ dòng ngắn mạch 3 pha.

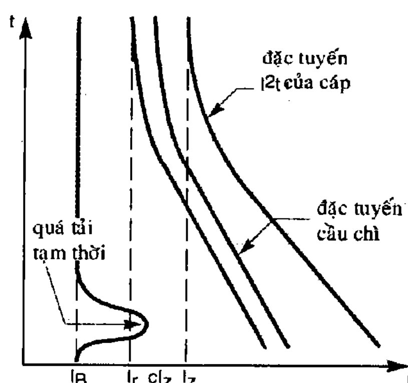
I_{SCB} chỉ dòng cắt định mức dòng ngắn mạch 3 pha của CB.

I_r (hoặc I_{rth}*) chỉ dòng định mức có thể điều chỉnh của CB nghĩa là CB có dòng danh định 50A có thể chỉnh định theo dãy bảo vệ, nghĩa là có mức dòng thao tác qui ước tương tự như CB 30 A (hình H1-6).

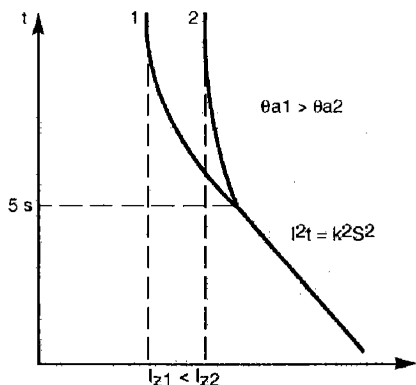
* cả hai ký hiệu thường được dùng cho các tiêu chuẩn khác nhau.



Hình H1-3. Bảo vệ mạch bằng máy cắt.



Hình H1-4. Bảo vệ mạch bằng cầu chì.



Hình H1-5. Đặc tuyến I^2t của dây bọc cách điện ở hai nhiệt độ môi trường khác nhau.

1.3 Các giá trị thực dụng cho hệ thống bảo vệ

Các phương pháp sau dựa trên các qui tắc theo tiêu chuẩn của IEC và được sử dụng trong rất nhiều quốc gia.

Qui tắc chung

$I_B \le I_n \le I_z$ *vùng a*

$I_2 \le 1{,}45\ I_z$ *vùng b*

$I_{SCB} \ge I_{SC}$ *vùng c*

Các thiết bị bảo vệ sẽ tác động đúng khi:

- dòng định mức hoặc trị số đặt I_n của chúng lớn hơn dòng làm việc lớn nhất I_B nhưng nhỏ hơn dòng cho phép I_Z, có nghĩa là $I_B \le I_n \le I_Z$ tương ứng với hình H1-6a;

- dòng thao tác qui ước I_2 cần nhỏ hơn $1{,}45.I_Z$ thích ứng với vùng "b" trên hình H1-6.

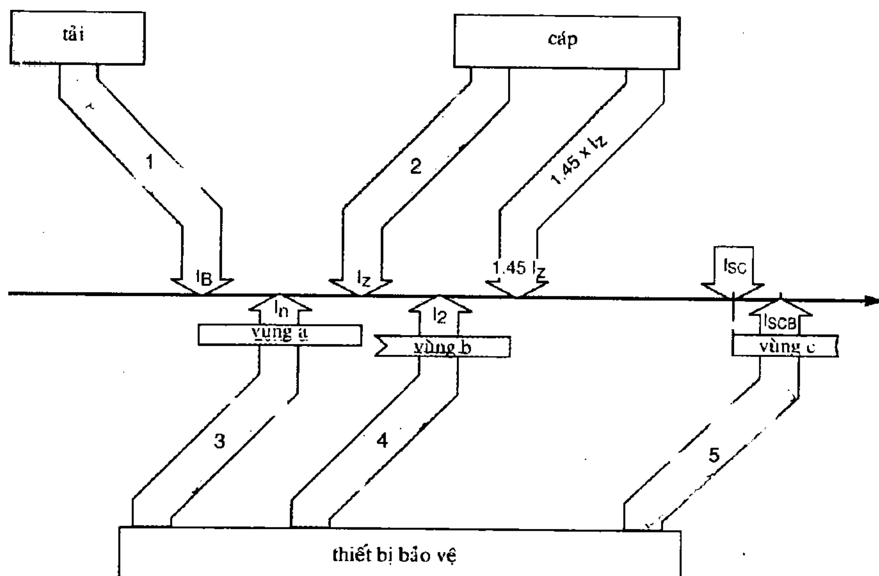
Thời gian tác động có thể là một hoặc hai giờ tùy thuộc vào tiêu chuẩn địa phương và giá trị thực của I_2.

C.H1

Đối với cầu chì sẽ tác động theo thời gian định trước theo dòng I_2 (còn gọi là I_f).

- dòng cắt cho phép lớn nhất của máy cắt sẽ lớn hơn dòng ngắn mạch 3 pha tại điểm có đặt thiết bị bảo vệ.

Điều này thích ứng với vùng "c" trên hình H1-6.



Hình H1-6. Các mức dòng để xác định đặc tính của CB hay cầu chì.

1-dòng tải lớn nhất; 2- dòng cho phép lớn nhất; 3-dòng định mức hoặc dòng có thể điều chỉnh; 4-dòng thao tác qui ước I_2; 5- định mức cắt dòng ngắn mạch 3 pha.

Ứng dụng

+ Bảo vệ bằng máy cắt (CB)

Tiêu chuẩn cho CB:

$$I_B \leq I_n \text{ (hoặc } I_r \text{)} \leq I_z$$

và dòng định mức cắt $I_{SCB} \geq I_{SC}$ (dòng ngắn mạch 3 pha tại điểm đặt CB).

Do độ chính xác cao, dòng I_2 sẽ luôn nhỏ hơn $1{,}45I_n$ (hoặc $1{,}45I_r$) nên điều kiện $I_2 \le 1{,}45I_z$ sẽ luôn được tuân thủ.

Trường hợp đặc biệt: nếu CB không có bảo vệ quá tải, nhất thiết phải đảm bảo tính hoạt động đúng của các thiết bị bảo vệ quá dòng khi dòng ngắn mạch đạt giá trị bé nhất. Trường hợp này sẽ được xem xét kỹ lưỡng ở mục 5.1.

+ *Bảo vệ bằng cầu chì*

Tiêu chuẩn cho cầu chì:

$$I_B \le I_n \le \frac{I_Z}{k_3}$$

và khả năng cắt dòng ngắn mạch $I_{SCF} \ge I_{SC}$ – dòng ngắn mạch 3 pha tại điểm đặt cầu chì.

Điều kiện $I_2 \le 1{,}45.I_z$ cần phải được chú ý. I_2 chính là dòng chảy của dây chảy và bằng $k_2.I_n$ (k_2 lấy giá trị từ 1,6 đến 1,9) tuỳ loại cầu chì.

Hệ số k_3 thỏa điều kiện $I_2 \le 1{,}45I_z$ khi $I_n \le I_z/k_3$.

Đối với cầu chì dạng gl:

$I_n \le 10$ A	$k_3 = 1{,}31$
$10A < I_n \le 25$ A	$k_3 = 1{,}21$
$I_n > 25$ A	$k_3 = 1{,}10$

Ngoài ra, khả năng cắt ngắn mạch của cầu chì I_{SCF} cần lớn hơn dòng ngắn mạch 3 pha tại chỗ đặt cầu chì.

Phối hợp các thiết bị bảo vệ

Việc sử dụng các thiết bị có khả năng cắt dòng sự cố nhỏ hơn dòng sự cố tại chỗ đặt thiết bị sẽ được IEC và nhiều tiêu chuẩn quốc gia khác cho phép trong các điều kiện sau:

- tồn tại các thiết bị bảo vệ đặt ở phía trước với khả năng cắt ngắn mạch cần thiết;

- lượng năng lượng được phép đi qua các thiết bị phía trước sẽ nhỏ hơn của các thiết bị ở phía sau và không làm hư hỏng các dây dẫn cùng các thiết bị điện khác có liên quan.

Trên thực tế những điều này được sử dụng ở:

- tổ hợp CB/ cầu chì;

- trong các kỹ thuật mắc kiểu "cascad" (ghép tầng), khi mà một vài CB có khả năng hạn chế ngắn mạch cao sẽ giảm bớt các điều kiện khắc nghiệt của ngắn mạch ở phía sau. Một sự phối hợp như vậy đã được thử nghiệm trong các phòng thí nghiệm và được giới thiệu trên một vài catalogue của nhà sản xuất.

1.4 Vị trí đặt các thiết bị bảo vệ

Qui tắc chung

Các thiết bị bảo vệ nói chung sẽ đặt ở đầu của mỗi mạch.

Các thiết bị bảo vệ nói chung được đặt tại điểm xuất phát của mạch nơi xảy ra dòng ngắn mạch lớn nhất (hình a bảng H1-7).

Bảng H1-7. Qui tắc chung và ngoại lệ cho lựa chọn vị trí thiết bị bảo vệ

Các vị trí có thể đặt thiết bị bảo vệ
Các thiết bị bảo vệ có thể đặt dọc theo mạch (hình b) nếu:
- AB không đặt ở nơi dễ cháy và
- không có nhánh rẽ hoặc ổ cắm ngoài trên AB
Có 3 trường hợp thường dùng:
Trường hợp 1:
- AB $\leq$3m và
- AB được đặt để giảm thiểu khả năng ngắn mạch (ví dụ dây dẫn làm bằng thép đặc).
Trường hợp 2:

Tiếp bảng H1-7

Thiết bị bảo vệ phía trước P_1 sẽ bảo vệ AB khỏi ngắn mạch tương ứng với mục H1-5.1.

Trường hợp 3:

Bảo vệ quá tải (S) được đặt cạnh tải rất thuận tiện cho mạch động cơ. Thiết bị này bao gồm thiết bị điều khiển (khởi động và cắt) và bảo vệ quá tải. Còn SC có thể là CB hoặc cầu chì dạng aM

Bảo vệ SC được đặt ở đầu mạch tương ứng với qui định ở mục H1-5.1

Mạch điện không có bảo vệ có thể là: **(hình c)**

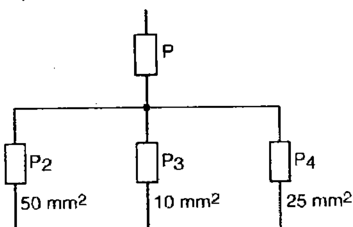
+ bảo vệ P_1 được định cỡ để bảo vệ cáp S_2 khỏi quá tải và ngắn mạch;

Hoặc là:

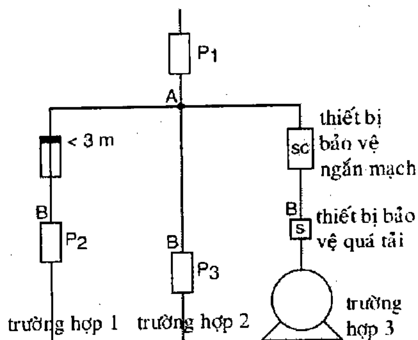
+ khi cắt mạch sẽ tạo nên nguy hiểm, như cho:

- mạch kích của máy điện quay;
- mạch nam châm của thang máy lớn;
- mạch thứ cấp của biến dòng.

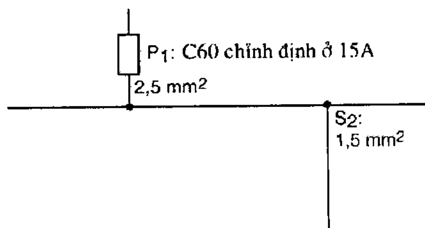
Khi ấy không cho phép sự mất điện và việc bảo vệ dây lúc này chỉ đóng vai trò thứ cấp.



Hình a



Hình b



Hình c

C.H1

1.5 Cáp mắc song song

Các dây dẫn cùng tiết diện, chiều dài và được chế tạo từ cùng loại vật liệu có thể được mắc song song.

Dòng điện cho phép là tổng của các dòng cho phép của các dây riêng biệt, có tính đến hiệu ứng tác động nhiệt lẫn nhau, cách lắp đặt ...

Bảo vệ chống quá tải và ngắn mạch trên cáp song song cần chú ý:

- cần bảo vệ bổ sung chống hư hỏng cơ và chống ẩm;
- đường ống cáp cần tránh đặt gần vật liệu dễ cháy.

1.6 Ví dụ minh họa tính toán cáp

Sơ đồ lưới:

Hệ thống nhận điện qua máy biến áp 1000kVA. Do yêu cầu về độ tin cậy cung cấp điện cao nên có đặt máy phát 500kVA, 400V và sử dụng sơ đồ 3 pha 3 dây dạng IT tại tủ phân phối chính. Phần còn lại của hệ thống được cách ly qua máy biến áp 315 kVA 400/400V: phần này có dạng 3 pha 4 dây kiểu TT.

Dựa trên sơ đồ thay thế hình H1-8 sẽ nghiên cứu và lắp đặt các CB Q_1 và Q_2. Phần mềm Ecodial 2.2 (sản phẩm của Merlin Gerin) sẽ cho phép thực hiện điều này.

Phương pháp tính toán được sử dụng ở đây chính là các phương pháp đã trình bày ở trên.

TR1
1000 kVA
5%
400 V
26. 44 kA
C1
8m
.18%
3x (3 x 240)
8m
0,18%
Q1
M16 N1
STR 38
1600 A
B1
G1
500 kVA
721 A
Q2
C801N
STR35SE
800 A
Q3
Q4
Q5
Q6
C2
15m
.7%
3x (1 x 240)
C3
C4
I1
I2
T1
315 kVA
400 V
B2
Q7
NS630N
STR35SE
630 A
Q8
Q9
Q10
Q11
NS250N
TMD
250 A
Q12
NS160N
TMD
160 A
Q13
NS100N
TMD
80 A

Hình H1-8. Sơ đồ nguyên lý mạng.

Phần tính toán sử dụng phần mềm Ecodial 2.2

Đặc tính chung của lưới

Hệ thống nối đất	IT
Dây trung tính	N



Điện áp (V)	400	
Tần số (Hz)	50	

Biến áp TR1:	Thông số vào	Thông số ra
Số lượng máy biến áp	1	
Công suất ngắn mạch phía sơ cấp (MVA)	500	
Công suất định mức (kVA)	1000	
Điện áp ngắn mạch (%)	5	
Dòng định mức (A)		1374
Trở kháng của máy (mΩ)		2,13
Cảm kháng của máy (mΩ)		8,55
Điện trở tổng R_T (mΩ)		2,18
Cảm kháng tổng X_T (mΩ)		8,9
Dòng ngắn mạch 3 pha (kA)		26,44
Cosφ khi ngắn mạch		0,23

Bảng H1-9. Tính toán trên phần mềm ECODIAL (M.G)

Cáp C1	Thông số vào	Thông số ra
Dòng làm việc max (A)	1374	
Dạng cách điện	PRC	
Vật liệu dây	Cu	
Nhiệt độ môi trường (t^0C)	30	
Cáp một lõi hay nhiều lõi	UNI	
Cách đặt	13	
Số mạch gần nhau (bảng H-14)	1	
Hệ số khác	1	
Số pha		3
Tiết diện dây được chọn(mm^2)		3x240
Dây bảo vệ		1x240
Dây trung tính dài (m)		8
Sụt áp Δu (%)		0,18

Tiếp bảng H1-9

Điện trở tổng RT (mΩ)		2,43
Cảm kháng tổng XT (mΩ)		9,11
Sụt áp tổng Δu (%)		0,18
Dòng ngắn mạch 3 pha (kA)		25,7
Ngắn mạch một pha chạm đất (A)		20334
Trở kháng của dây bảo vệ RPE (mΩ)		0,75
Điện áp tiếp xúc (V)		15

CB Q1	Thông số vào	Thông số ra
Điện áp (V)	400	
Ngắn mạch 3 pha phía trước của CB(kA)	25,7	
Tải làm việc max (A)	1374	
Nhiệt độ môi trường (^0C)	40	
Số cực	3	
Loại CB		M16
Dạng		N1
Dạng tác động		STR 38
Dòng định mức (A)	1600	

Thanh góp B1	Thông số vào	Thông số ra
Dòng làm việc max (A)	1374	
Số pha	3	
Số thanh cho mỗi pha	1	
Rộng (mm)	125	
Dày (mm)	5	
Chiều dài (m)	3	
Điện trở của thanh R (mΩ)		0,1
Cảm kháng của thanh XT (mΩ)		0,45
Sụt áp Δu (%)		0,16
Điện trở tổng RT (mΩ)		2,53
Cảm kháng tổng XT (mΩ)		9,55
Tổng sụt áp Δu (%)		0,34
Dòng ngắn mạch 3 pha (kA)		24,53
CB Q2	Thông số vào	Thông số ra
Điện áp (V)	400	

Tiếp bảng H1-9

Ngắn mạch 3 pha phía trước của CB (kA)	24,53	
Tải làm việc max (A)	433	
Nhiệt độ môi trường (^0C)	40	
Số cực	3	

Dạng CB /dạng		NS630 /N
Bộ tác động		STR 23SE
Dòng định mức (A)		630
Khả năng cắt dòng ngắn mạch (A) đảm bảo bảo vệ chống chạm điện gián tiếp		13221
CB Q_1 đảm bảo tính chọn lọc tuyệt đối		M16N1STR38

Cáp C2	Thông số vào	Thông số ra
Dòng làm việc max (A)	433	
Dạng cách điện	PRC	
Vật liệu dây dẫn	Cu	
Nhiệt độ môi trường (t^0C)	30	
Cáp 1 lõi hay nhiều lõi	UNI	
Cách đặt	13	
Số mạch gần nhau	1	
Hệ số khác	1	
Số pha		3
Tiết diện được chọn (mm^2)		1x240
Dây bảo vệ		1x70
Dây trung tính dài (m)		15
Sụt áp Δu (%)		0 ,33
Tổng trở RT ($m\Omega$)		3,93
Tổng cảm kháng XT ($m\Omega$)		10,75
Sụt áp tổng Δu (%)		0,67
Dòng ngắn mạch 3 pha (kA)		21,18
Dòng ngắn mạch 1 pha chạm đất (A)		13221
Điện trở của dây bảo vệ RPE($m\Omega$)		5,57
Điện áp tiếp xúc (V)		73

Các bước tính toán

Kích thước dây C1

Máy biến áp 1000 kVA có điện áp định mức cuộn hạ là 420V. Mạch C_1 cần chịu được dòng:

$$I_n = \frac{1000}{\sqrt{3}x0,42} = 1374A \text{ cho mỗi pha}$$

Dây cáp đồng kiểu XLPE sẽ được sử dụng. Mỗi pha sẽ dùng 3 dây cáp đơn và được đặt trong khay cáp thích ứng với cách đặt F (xem bảng ở mục H1-2.2). Các hệ số "K" sẽ là:

$K_1 = 1$

$K_2 = 0,82$ (3 nhóm dây 3 pha sẽ được đặt trong một rãnh)

$K_3 = 1$ (nhiệt độ 30^0 C)

Nếu CB là dạng dễ tháo lắp hoặc không (*), có thể chọn:

$I_Z = 1374$ A (mục H1-2.1)

$$I'_Z = \frac{I_Z}{K_1xK_2xK_3} = 1676A$$

C.H1

(*) CB dạng tháo được thường treo trong các ngăn, tiện cho việc bảo quản. CB dạng cắm phích thường là hộp đúc có thể lấy ra được hoàn toàn.)

Mỗi dây sẽ mang dòng là 558A. Bảng H1-17 cho ta biết tiết diện dây là $240mm^2$.

Trở kháng và cảm kháng của 3 dây song song cho chiều dài 8m (xem H1-4.2)

$$R = \frac{22,5x8}{240x3} = 0,25m\Omega \text{ cho 1 pha}$$

$$X = \frac{0,12x8}{3} = 0,32m\Omega$$ mỗi pha (0,12 mΩ được lấy từ nhà chế tạo cáp)

Kích thước dây C2

Dây C2 cung cấp điện cho máy biến áp 315kVA 400/400V có:

$$I_b = \frac{315}{0,42x\sqrt{3}} = 433A$$

Cáp đa lõi XLPE được đặt trong khay cùng với 2 dây cáp khác với nhiệt độ môi trường là 30 ^{0}C.

CB được chỉnh định tới dòng 433A

$$I_z = 433A$$

Cách đặt cáp là E và hệ số hiệu chỉnh "K" là:

$$K_1 = 1 \quad K_2 = 0,82 \quad K_3 = 1$$

$$I'_Z = \frac{433}{1x0,82x1} = 528A$$

do vậy tiết diện dây dẫn sẽ là 240mm^2.

Trở kháng và cảm kháng của dây là:

$$R = \frac{22,5x15}{240} = 1,4m\Omega \text{ mỗi pha}$$

$$X = 0,08 \text{ x } 15 = 1,2m\Omega \text{ mỗi pha}$$

Tính toán ngắn mạch để chọn CB Q_1 và Q_2

Bảng H1-10. Ví dụ tính dòng ngắn mạch

Các phần tử có trên mạch	R*(mΩ)	X*(mΩ)	Z*(mΩ)	Ics* kA
Nguồn 500MVA tại lưới trung thế	0,05	0,35		
Máy biến áp giảm áp	2,24	8,10		
Cáp C1	0,25	0,32		
Tổng tới Q1	2,54	8,77	9,13	26,5
Thanh cái B1	-	0,75	9,85	24,6
Cáp C2	1,40	1,2		
Tổng tới Q2	3,94	10,72	11,42	21,2

* mọi giá trị đều được qui về điện áp 420/ $\sqrt{3}$.

Mục H4-4.2 sẽ chỉ công thức để tính dòng ngắn mạch I_{SC} tại các điểm của hệ thống.

Nếu điện áp định mức không tải của biến áp là 420 V:

$$I_{SC} = \frac{420}{\sqrt{3}\sqrt{2,54^2 + 8,77^2}} = 26,5 \qquad \text{(kA)} \quad \text{tại } Q_1$$

Cảm kháng của thanh góp B1 được tính như 0,15 x 5 = 0,75 mΩ và R có thể được bỏ qua. Dòng I_{SC} tại chỗ của CB Q_2 được tính như Q_1 và bằng 21 kA. Để chọn lựa CB cần chú ý đến tính chọn lọc, khả năng cách ly sự cố, tính dễ dàng tháo gỡ CB và cách bảo quản.

Dây bảo vệ

Các yêu cầu nhiệt

Các bảng H1-60 và H1-61 chỉ ra rằng khi sử dụng phương pháp đẳng nhiệt (IEC 724(1984), mục 2) tiết diện cho dây nối đất bảo vệ (PE) của mạch C1 sẽ phải lớn hơn:

$$\frac{26500 \times \sqrt{0,1}}{176} = 47,6 \text{ mm}^2$$

C.H1

Vì một vài lý do sẽ được đề cập ở phần sau mà dây đơn tiết diện 240 mm^2 sẽ được sử dụng và thỏa mãn mọi điều kiện bảo vệ chạm điện gián tiếp (nghĩa là điện kháng của nó đủ nhỏ).

Với mạch C2, tiết diện dây PE là 70 mm^2 và thỏa mãn điều kiện bảo vệ chạm điện gián tiếp.

Bảo vệ chống chạm điện gián tiếp

Lưu ý rằng điểm trung tính của cuộn hạ áp trong sơ đồ IT được cách ly hoàn toàn với đất hoặc nối đất qua điện trở rất lớn (1 - 2 kΩ). Do vậy một sự nguy hiểm khi tiếp xúc gián tiếp chỉ có thể tồn tại nếu như hai sự cố chạm đất cùng xảy ra trên các pha khác nhau (hoặc trên một pha và dây trung tính). Thiết bị bảo vệ quá dòng cần phải cắt dòng

cố, ngoại trừ một vài trường hợp khi điện trở của PE quá lớn (như ở chương G từ mục 6.3 tới 6.5). RCD thường được dùng trong các trường hợp như vậy.

Mạch C1 sẽ ở nhóm cách điện II, nghĩa là cách điện kép và các vỏ kim loại không nối đất. Sự tiếp xúc trực tiếp ở đây chỉ xảy ra tại vỏ máy biến áp. Dây nối đất bảo vệ có tiết diện 240mm^2 đã nói ở trên sẽ nối vỏ máy biến áp giảm áp với cực nối đất của mạng tại đầu nối đất chung ở tủ phân phối chính. Điều này có nghĩa là nếu một (hoặc hai) sự cố pha chạm đất ở phần hạ áp trong máy biến áp, sẽ có chạm điện gián tiếp nguy hiểm tồn tại ở vỏ máy.

Trong trường hợp này, bảo vệ quá dòng phía sơ cấp của máy biến áp sẽ không tác động. Tuy nhiên bảo vệ sự cố thứ cấp phía hạ áp cần tác động để đảm bảo chống chạm điện gián tiếp nguy hiểm.

Do sự cố chạm đất phía sơ cấp tại máy biến áp có thể xảy ra và bộ chống sét đặt trên biến áp thường được nối với đất qua dây PE, một dây PE có tiết diện lớn được chọn ở đoạn C1. Vấn đề này được trình bày ở mục 6.3.

Đối với mạch C2, các bảng G43 và G59, hoặc công thức ở mục G6.2 có thể dùng cho mạch 3 pha 3 dây.

Chiều dài tối đa cho phép của mạch là:

$$L_{max} = \frac{0{,}8x230x240x\sqrt{3}x10^3}{2x22{,}5x(1{,}25 + \frac{240}{70})x630x11{,}5} = \frac{76487}{1530} = 50\,m$$

Hệ số 1,25 ở mẫu số chỉ ra sự tăng điện trở của dây 240 mm^2 lên 25%, tương ứng với chương G ở mục 5.2.

(Giá trị ở mẫu số 630 x 11,5 = I_m là mức tác động của bộ tác động điện từ của CB 630A. Giá trị này tương ứng với $10I_n$ + 15% (giá trị lớn nhất của bộ tác động). Các mô tả chi tiết hơn về bộ tác động từ được trình bày ở phần H2 mục 4.2.

Chiều dài 15m của C2 sẽ được bảo vệ hoàn toàn khỏi quá dòng tức thời.

Sụt áp

Từ bảng H1-29 nhận thấy là: đối với C1 (3 x 240mm^2 mỗi pha)

$$\Delta U = \frac{0{,}21V / A / km x 1{,}374 A x 0{,}008 km}{3} = 0{,}77V$$

$$\Delta U\% = \frac{100}{400} x 0{,}77 = 0{,}19\%$$

Cho C2:

$$\Delta U = 0{,}21V/A/km \times 433A \times 0{,}015km = 1{,}36V$$

$$\Delta U\% = \frac{100}{400} x 1{,}36 = 0{,}34\%$$

Tại đầu vào của máy biến áp T1, độ sụp áp là: $\Delta U\% = 0{,}53\%$.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC TẾ XÁC ĐỊNH TIẾT DIỆN NHỎ NHẤT CHO PHÉP CỦA DÂY DẪN

2.1 Khái niệm chung

Bước đầu tiên là cần xác định kích cỡ của dây pha. Kích cỡ của dây trung tính và dây bảo vệ sẽ được trình bày ở H1-6 và H1-7

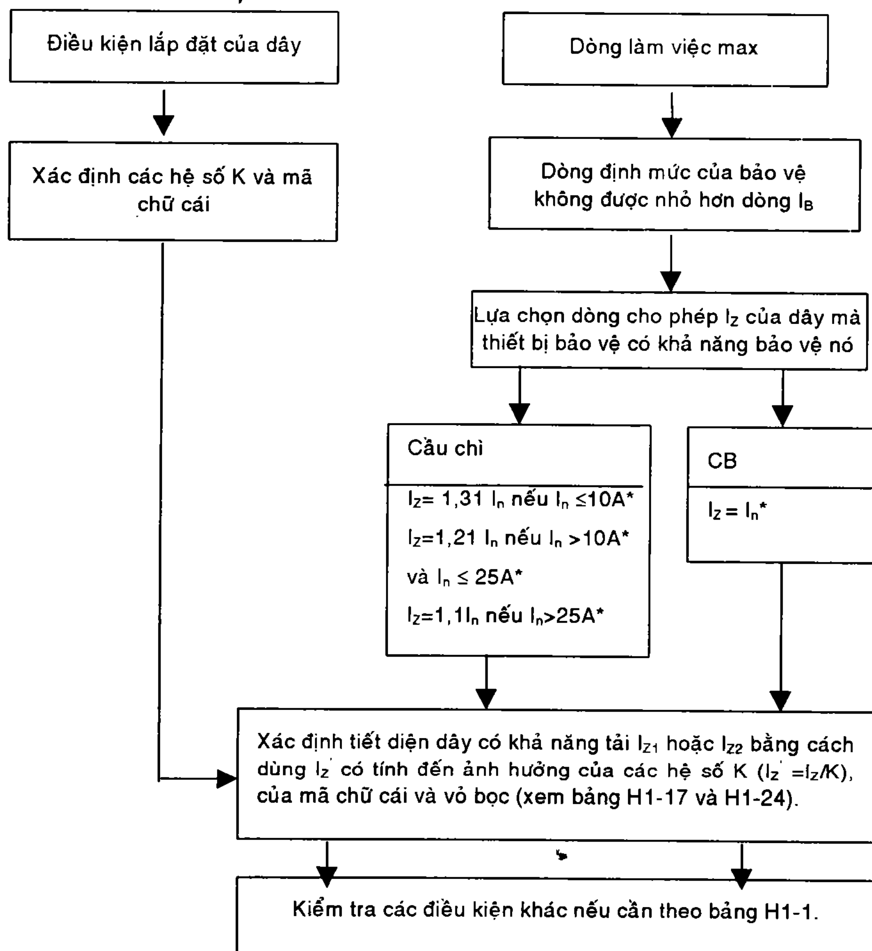
Trong mục này cần chú ý tới các trường hợp:

- dây không chôn dưới đất;

- dây chôn dưới đất.

Nhưng bảng ở mục này cho phép định kích cỡ của các dây pha khi đã có dòng cho trước.

Bảng H1-11. Trình tự xác định tiết diện nhỏ nhất của dây dẫn



* có thể lớn hơn chút ít.

Thủ tục được tiến hành như sau:

+ xác định mã chữ cái

- dạng của mạch (1 pha, 3 pha ...);
- dạng lắp đặt;

+ xác định hệ số K phản ánh các ảnh hưởng sau:

- số cáp trong rãnh cáp;
- nhiệt độ môi trường;
- cách lắp đặt.

2.2 Xác định cỡ dây đối với cáp không chôn dưới đất

Kích cỡ của dây pha trong các bảng có liên hệ trực tiếp tới mã chữ cái (thể hiện cách lắp đặt) và hệ số K. Các bảng này là khác nhau cho trường hợp dây chôn và không chôn dưới đất.

Xác định mã chữ cái

Các chữ cái (B tới F) phụ thuộc vào dạng của dây và cách lắp đặt nó. Có nhiều cách lắp đặt, song những cách giống nhau sẽ được gom nhóm lại và được chia làm 4 loại theo các điều kiện môi trường xung quanh như ở bảng H1-12.

Bảng H1-12. Mã chữ cái phụ thuộc vào dạng dây và cách lắp đặt

Dạng của dây	Cách lắp đặt	Chữ cái
Dây 1 lõi và nhiều lõi	- Dưới lớp nắp đúc, có thể lấy ra được hoặc không, bề mặt đổ lớp vữa hoặc nắp bằng. - Dưới sàn nhà hoặc sau trần giả - Trong rãnh, hoặc ván lát chân tường	B
	- Khung treo có bề mặt tiếp xúc với tường hoặc trần - Trên những khay cáp không đục lỗ	C
Cáp có nhiều lõi	- Thang cáp, khay có đục lỗ hoặc trên congxom đỡ - Treo trên tấm chêm - Cáp móc xích tiếp nối nhau	E
Cáp 1 lõi		F

C.H1

Xác định hệ số K

Với các mạch không chôn dưới đất, hệ số K thể hiện điều kiện lắp đặt K = K1xK2xK3.

Đối với cáp không chôn trong đất, hệ số K đặc trưng cho điều kiện lắp đặt .

Nó là tích của 3 hệ số K1, K2, K3. Giá trị của những hệ số này cho trong bảng H1-13 đến H1-15.

Hệ số hiệu chỉnh K1

K1 thể hiện ảnh hưởng của cách thức lắp đặt.

Bảng H1-13. Hệ số K1 cho các cách đặt dây khác nhau (chi tiết xem ở IEC 364-5-5-2 bảng 52H)

Mã chữ		Ví dụ	K1
B	Cáp đặt thẳng trong vật liệu cách điện chịu nhiệt		0,70
	Ống dây đặt trong vật liệu cách điện chịu nhiệt		0,77
	Cáp đa lõi		0,90

Tiếp bảng H1-13

	Hầm và mương cáp kín		0,95
C	Cáp treo trên trần		0,95
B, C, E, F	Các trường hợp khác		1

Hệ số hiệu chỉnh K2

K2 thể hiện ảnh hưởng tương hỗ của hai mạch đặt kề nhau.

Hệ số K2 thể hiện ảnh hưởng của số lượng dây đặt kề nhau. Hai mạch được coi là đặt kề nhau khi khoảng cách L giữa 2 dây nhỏ hơn 2 lần đường kính cáp lớn nhất của 2 cáp nói trên.

Bảng H1-14. Hệ số K2 theo số mạch cáp trong một hàng đơn

Mã chữ cái	Cách đặt gần nhau	Hệ số K2											
		Số lượng mạch hoặc cáp đa lõi											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
BC	Lắp hoặc chôn trong tường	1,0	0,8	0,7	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
C	Hàng đơn trên tường hoặc nền nhà, hoặc trên khay cáp không đục lỗ	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7		
	Hàng đơn trên trần	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
E,F	Hàng đơn nằm ngang hoặc trên máng đứng	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
	Hàng đơn trên thang cáp, côngxom	1	0,87	0.82	0,8	0,8	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		

Khi số hàng cáp nhiều hơn một, K2 cần được nhân với các hệ số sau:

2 hàng: 0,8

3 hàng: 0,73

4 hoặc 5 hàng: 0,7

Hệ số hiệu chỉnh K3

Hệ số K3 thể hiện ảnh hưởng của nhiệt độ tương ứng với dạng cách điện .

Bảng H1-15. Hệ số K3 cho nhiệt độ môi trường khác 30^0C

Nhiệt độ môi trường	Cách điện		
	cao su (chất dẻo)	PVC	butyl polyethylene (XLPE), cao su có ethylene propylene (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71
65	-	-	0,65
70	-	-	0,58
75	-	-	-
80	-	-	-

Ví dụ:

Cho cáp 3 pha 3 lõi dạng XLPE đặt trên khay đục lỗ có 3 mạch cáp khác gồm:

- 1 cáp 3 pha 3 lõi (ký hiệu là 1)

- 3 cáp một pha (ký hiệu là 2)

- 6 cáp một pha (ký hiệu là 3)

mạch cáp số 3 chứa 2 cáp cho mỗi pha.

Như vậy sẽ có 5 cáp 3 pha có trong hàng (hình H1-16).

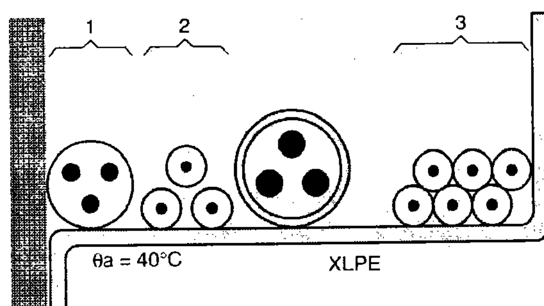
Nhiệt độ môi trường là 40^0C.

Mã chữ cái ở bảng H1-12 là E.

K1 = 1 theo bảng H1-13, K2 = 0,75 theo bảng H1-14,

K3 = 0,91 theo bảng H1-15

K= K1 x K2 x K3 = 1 x 0,75 x 0,91= 0,68



Hình H1-16. Ví dụ để xác định K1, K2 và K3.

Xác định tiết diện nhỏ nhất của dây dẫn

Dòng I_z sau khi được chia cho K sẽ cho ra dòng I'_Z. Giá trị I'_Z được cho trong bảng H1-17 cùng với kích cỡ dây với dạng cách điện khác nhau và kết cấu từ vật liệu khác nhau.

Ví dụ:

Ví dụ về hình H1-16 sẽ được sử dụng ở đây để tính tiết diện dây dẫn, sử dụng bảng H1-17. Cáp XLPE sẽ được lắp đặt và sẽ mang tải 23A cho mỗi pha.

Ví dụ trên cho ra:

- mã chữ cái là E
- hệ số hiệu chỉnh là K = 0,68.

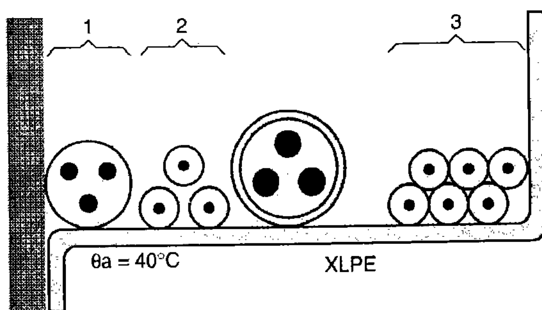
Bảng H1-17. Các dạng dây không chôn dưới đất: tiết diện nhỏ nhất theo mã chữ cái, vật liệu dây, dạng cách điện và dòng điện I_z'

		Cách điện và số dây										
		Cao su hoặc PVC			Butyl hoặc XLPE hoặc EPR							
Mã chữ cái	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2				B	Mã chữ cái
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2			C	
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2		E	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2	F	
Tiết diện cắt ngang dây đồng (mm^2)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26		1,5	Tiết diện cắt ngang dây đồng (mm^2)
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36		2,5	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49		4	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63		6	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86		10	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115		16	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161	25	
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200	35	
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242	50	
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310	70	
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377	95	
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437	120	
	150		299	319	344	371	395	441	473	504	150	
	185		341	364	392	424	450	506	542	575	185	
	240		403	430	461	500	538	599	641	679	240	
	300		464	497	530	576	621	693	741	783	300	
	400					656	754	825		940	400	
	500					749	868	946		1083	500	
	630					855	1005	1088		1254	630	

Tiếp bảng H1-17

Tiết diện cắt ngang dây nhôm (mm²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28		2,5	Tiết diện cắt ngang dây nhôm (mm²)
	4	22	25	26	28	31	33	35	38		4	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49		6	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67		10	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91		16	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121	25	
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150	35	
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184	50	
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237	70	
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289	95	
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337	120	
	150		227	245	261	283	316	324	346	389	150	
	185		259	280	298	323	363	371	397	447	185	
	240		305	330	352	382	430	439	470	530	240	
	300		351	381	406	440	497	508	543	613	300	
	400					526	600	663		740	400	
	500					610	694	770		856	500	
	630					711	808	899		996	630	

Xác định tiết diện dây:



Hình H1-18. Ví dụ để xác định tiết diện nhỏ nhất .

Giá trị chuẩn của I_n sẽ lớn hơn 23A và có thể dùng cầu chì hoặc CB để bảo vệ dây.

CB: $I_n = 25A$

- $I_z = 25A$

- $I_Z' = \dfrac{25}{0,68} = 36,8A$

- tiết diện dây sẽ được tìm như sau: ở cột PR3 ứng với mã chữ cái E và giá trị 42A (giá trị gần nhất và lớn hơn 36,8A) cho ra dây đồng với tiết diện $4mm^2$, còn nếu cho dây nhôm sẽ là $6mm^2$ và dòng 43A.

Cầu chì $I_n = 25A$

- $I_z = K_3 \times I_n = 1,21 \times 25 = I_Z = 30,3A$;

- $I_Z' = \dfrac{30,3}{0,68} = 40,6A$;

- tiết diện dây đồng hoặc nhôm sẽ tìm được tương tự giống như trường hợp bảo vệ bằng CB.

2.3 Xác định cỡ dây cho dây chôn dưới đất

Trong trường hợp này cần phải xác định hệ số K, còn mã chữ cái thích ứng với cách đặt sẽ không cần thiết.

Xác định hệ số hiệu chỉnh K

Với mạch chôn trong đất, K sẽ đặc trưng cho điều kiện lắp đặt: K=K4xK5xK6xK7.

Hệ số K thể hiện ảnh hưởng toàn diện của điều kiện lắp đặt và là tích K4, K5, K6, K7.

Các giá trị của một vài hệ số sẽ được cho trong bảng H1-19 và H1-22

Hệ số K4

K4 thể hiện ảnh hưởng của cách lắp đặt.

Bảng H1-19. Hệ số K4 theo cách lắp đặt

Cách lắp đặt	K4
Đặt trong ống bằng đất nung, ống ngầm hoặc rãnh đúc	0,8
Trường hợp khác	1

Hệ số K5

K5 thể hiện ảnh hưởng của số dây đặt kề nhau.

Các dây được coi là kề nhau nếu khoảng cách L giữa chúng nhỏ hơn hai lần đường kính của dây lớn nhất trong hai dây.

Bảng H1-20. K5 cho số dây trong hàng

Định vị dây đặt kề nhau	K5										
	số mạch hoặc cáp nhiều lõi										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Chôn ngầm	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,45	0,41	0,38

Nếu cáp được đặt theo vài hàng, K5 được nhân với

2 hàng: 0,8

3 hàng: 0,73

4,5 hàng: 0,7

Hệ số K6

K6 thể hiện ảnh hưởng của đất chôn cáp.

Bảng H1-21. Hệ số K6 theo tính chất của đất

Tính chất của đất	K6
Rất ướt (bão hòa)	1,21
Ướt	1,13
Ẩm	1,05
Khô	1
Rất khô	0,86

Hệ số K7

K7 thể hiện ảnh hưởng của nhiệt độ của đất.

Hệ số này tính đến ảnh hưởng của đất khác 20^0C.

Bảng H1-22. K7 phụ thuộc vào nhiệt độ đất

t^0 đất ^0C	Cách điện PVC	XLPE, EPR (cao su ethylen- propylene)
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,8
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65

Ví dụ

Dây 1 pha, 230V đặt với 4 dây khác trong ống ngầm. Nhiệt độ đất là 20^0C. Dây bọc PVC và cấp cho tải chiếu sáng 5kW. Mạch được bảo vệ bằng CB.

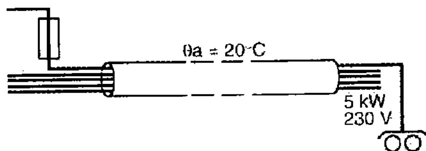
K4 theo bảng H1-19 = 0,8

K5 theo bảng H1-20 = 0,6

K6 theo bảng H1-21 = 1,0

K7 theo bảng H1-22 = 1,0

K = K4 x K5 x K6 x K7 = 0,48.



Hình H1-23. Ví dụ để tính K4, K5, K6 và K7.

Xác định tiết diện nhỏ nhất của dây chôn ngầm

Từ I_z và K, tiết diện dây sẽ được tra từ bảng H1-24

Ví dụ:

Dựa trên ví dụ trước ta đã có K = 0,48. Dòng làm việc lớn nhất

$$I_B = \frac{5000}{230} = 22A$$

Lựa chọn bảo vệ: CB với dòng định mức 25A. Dòng làm việc cho phép lớn nhất lâu dài :

$$I_Z^{'} = \frac{I_Z}{K} = \frac{25}{0,48} = 52,1A$$

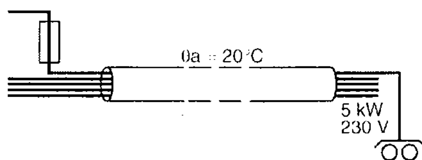
Tiết diện dây dẫn: Ở cột PVC, 2 dây, dòng 54A thích ứng với dây đồng 4 mm^2.

Nếu dùng dây nhôm, từ $I_z^{'}$ sẽ cho ra tiết diện 10mm^2 với dòng cho phép lâu dài là 68A.

C.H1

Bảng H1-24. Dây chôn ngầm: tiết diện nhỏ nhất theo dạng dây, cách điện và I'_z

		Cách điện và số dây			
		Cao su hoặc PVC		Bytyl hoặc XLPE, hoặc EPR (cao su etylene-propylene)	
		3 dây	2 dây	3 dây	2 dây
Tiết diện dây đồng (mm^2)	1,5	26	32	31	37
	2,5	34	42	41	48
	4	44	54	53	63
	6	56	67	66	80
	10	74	90	87	104
	16	96	116	113	136
	25	123	148	144	173
	35	147	178	174	208
	50	174	211	206	247
	70	216	261	254	304
	95	256	308	301	360
	120	290	351	343	410
	150	328	397	387	463
	185	367	445	434	518
	240	424	514	501	598
	300	480	581	565	677
Tiết diện dây nhôm (mm^2)	10	57	68	67	80
	16	74	88	87	104
	25	94	114	111	133
	35	114	137	134	160
	50	134	161	160	188
	70	167	200	197	233
	95	197	237	234	275
	120	224	270	266	314
	150	254	304	300	359
	185	285	343	337	398
	240	328	396	388	458
	300	371	447	440	520



Hình H1-25. Ví dụ để xác định tiết diện nhỏ nhất của dây dẫn.

3. XÁC ĐỊNH ĐỘ SỤT ÁP

Tổng trở của đường dây tuy nhỏ nhưng không thể bỏ qua được. Khi dây mang tải sẽ luôn tồn tại sự sụt áp giữa đầu và cuối của dây. Chế độ vận hành của các tải (như động cơ, chiếu sáng ...) phụ thuộc nhiều vào điện áp trên đầu vào của chúng và đòi hỏi giá trị điện áp gần với giá trị định mức. Do vậy cần phải chọn kích cỡ dây sao cho khi mang tải lớn nhất, điện áp tại điểm cuối phải nằm trong phạm vi cho phép.

Trong mục này, các phương pháp xác định độ sụt áp sẽ được trình bày nhằm kiểm tra:

- độ sụt áp phù hợp với tiêu chuẩn đặc biệt về điều áp;

- độ sụt áp là chấp nhận được và thỏa mãn các yêu cầu về vận hành.

C.H1

3.1 Độ sụt áp lớn nhất cho phép

Độ sụt áp lớn nhất cho phép sẽ thay đổi tùy theo quốc gia. Các giá trị điển hình đối với lưới hạ áp sẽ được cho trong bảng H1-26.

Bảng H1-26. Độ sụt áp lớn nhất cho phép

Độ sụt áp lớn nhất cho phép từ điểm nối vào lưới tới nơi dùng điện		
	Chiếu sáng	Các loại tải khác (sưởi v.v..)
Từ trạm hạ áp công cộng	3%	5%
Trạm khách hàng trung/hạ áp được nuôi từ lưới trung áp công cộng	6%	8%

Các độ sụt áp giới hạn này được cho trong các chế độ vận hành bình thường (ổn định tĩnh) và không được sử dụng khi khởi động động cơ, hoặc khi đóng cắt đồng thời một cách tình cờ nhiều tải như đã nói ở chương B mục 4.3.

Khi sụt áp vượt quá giá trị ở bảng H1-26 thì cần phải sử dụng dây có tiết diện lớn hơn.

Nếu sụt áp 8% được cho phép thì sẽ gây ra hàng loạt vấn đề sau cho động cơ:

+ nói chung sự vận hành động cơ đòi hỏi điện áp dao động ±5% xung quanh giá trị định mức của nó ở trạng thái ổn định tĩnh;

+ dòng khởi động của động cơ có thể gấp 5 tới 7 lần dòng làm việc lớn nhất. Nếu sụt áp là 8% tại thời điểm đầy tải, thì sẽ dẫn đến sụt áp 40% hoặc hơn ở thời điểm khởi động. Điều này làm cho động cơ:

- đứng yên (do mômen điện từ không vượt quá mômen tải) và làm cho động cơ quá nóng;

- tăng tốc rất chậm do vậy, dòng tải rất lớn (gây giảm áp trên các thiết bị khác) sẽ tiếp tục tồn tại trong thời gian khởi động.

+ sụt áp 8% sẽ gây tổn thất công suất đáng kể nhất là cho các tải làm việc liên tục.

Do những nguyên nhân này độ sụt áp lớn nhất cho phép 8% sẽ không được cho phép đối với những lưới rất nhạy với điện áp.

Chú ý:

Trong nhiều nước hệ thống điện áp 220/380 V hiện được vận hành tại hệ thống điện áp định mức 230/400 V (tiêu chuẩn IEC). Các nhà chế tạo biến áp vừa mới đây đã tăng điện áp không tải thứ cấp của máy biến áp phân phối lên 237/410 V. Với công nghệ chế tạo thiết bị sau vài năm gần đây, các biến áp phân phối sẽ được xuất xưởng với tỉ số không tải 242/420 V.

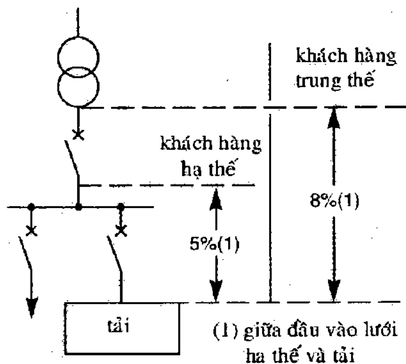
Điện áp định mức của các thiết bị tiêu dùng cũng sẽ được chuyển đổi tương ứng.

Do đó các tính toán sụt áp cần lưu ý tới vấn đề này.

Các hậu quả nguy hiểm cho động cơ là:

- khi một máy biến áp "mới" non tải và một động cơ "cũ" cùng vận hành: có thể có quá điện áp trên động cơ.

- khi một máy biến áp "cũ" đầy tải và một motor "mới": có thể có điện áp thấp đặt trên động cơ. Các vấn đề tương tự (song ngược lại) sẽ xảy ra trong các quốc gia có điện áp hiện hữu là 240/415V nếu như tiêu chuẩn IEC 230/400 V được cho phép ở đó.



Hình H1-27. Sụt áp lớn nhất.

3.2 Tính toán sụt áp ở điều kiện ổn định

Công thức sử dụng

Bảng dưới đây sẽ cho công thức chung để tính sụt áp cho mỗi km chiều dài dây với:

I_B - dòng làm việc lớn nhất (A); L - chiều dài dây (km);

R - điện trở của dây (Ω/km).

$$R = \frac{22{,}5\Omega.mm^2/km}{S(\text{tiết diện dây } mm^2)} \text{ cho đồng}$$

$$R_{[g1]} = \frac{36\Omega.mm^2/km}{S(\text{tiết diện dây } mm^2)} \text{ cho nhôm}$$

(chú ý: R được bỏ qua khi tiết diện lớn hơn 500 mm^2)

X - cảm kháng của dây Ω/km

(chú ý: X được bỏ qua cho dây có tiết diện nhỏ hơn 50 mm^2. Nếu không có thông tin nào khác sẽ cho X bằng 0,08Ω/km).

φ - góc pha giữa điện áp và dòng trong dây:

+ chiếu sáng cosφ = 1;

+ động cơ:

- khi khởi động: cosφ = 0,35

- chế độ bình thường cosφ = 0,8.

U_n - điện áp dây; V_n - điện áp pha.

Đối với ống dây đi sẵn kiểu lắp ghép và thanh dẫn, điện trở và cảm kháng sẽ được nhà chế tạo cung cấp.

Bảng H1-28. Công thức tính sụt áp

Mạch	Sụt áp Δu	
	V	%
1 pha: pha/pha	$\Delta u = 2I_B(R\cos\varphi + X\sin\varphi)L$	$\frac{100\Delta u}{U_n}$
1 pha: pha/trung tính	$\Delta u = 2I_B(R\cos\varphi + X\sin\varphi)L$	$\frac{100\Delta u}{V_n}$
3 pha cân bằng: 3 pha (có hoặc không có trung tính)	$\Delta u = \sqrt{3}\, I_B(R\cos\varphi + X\sin\varphi)L$	$\frac{100\Delta u}{U_n}$

Bảng tính đơn giản

Các tính toán có thể không cần thiết nếu ta sử dụng bảng H1-29 dưới đây. Bảng này cho kết quả tính sụt áp gần đúng trên 1km cho 1A và phụ thuộc vào:

- dạng của tải: cho động cơ với cosφ gần bằng 0,8 hay cho chiếu sáng với cosφ gần 1;
- dạng của cáp: 1 pha hay 3 pha.

Độ sụt áp sẽ được tính bằng K xI_B x L với K được cho trong bảng, I_B - dòng làm việc lớn nhất (A); L – chiều dài cáp (km).

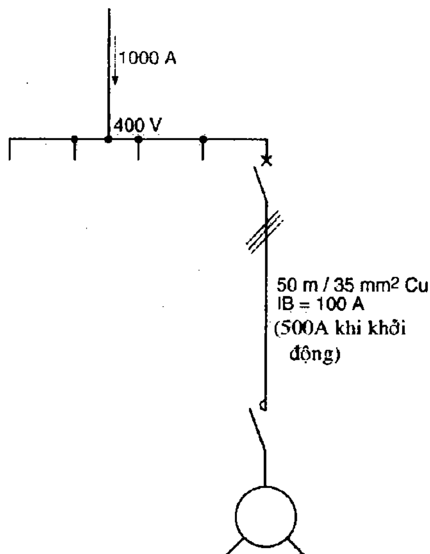
Cột động cơ với cosφ = 0,35 của bảng H1-29 có thể được dùng để tính sụt áp khi khởi động động cơ (xem ví dụ 1 sau bảng H1-29).

Bảng H1-29. Sụt áp dây Δu cho 1A trên 1km (V)

Tiết diện cắt ngang (mm²)		Mạch một pha			Mạch 3 pha cân bằng		
		Động cơ động lực		Chiếu sáng	Động cơ động lực		Chiếu sáng
Cu	Al	Vận hành bình thường cosφ = 0,8	Khởi động cosφ = 0,35	cosφ=1	Vận hành bình thường cosφ = 0,8	Khởi động cosφ = 0,35	cosφ =1
1,5		24	10,6	30	20	9,4	25
2,5		14,4	6,4	18	12	5,7	15
4		9,1	4,1	11,2	8	3,6	9,5
6	10	6,1	2,9	7,5	5,3	2,5	6,2
10	16	3,7	1,7	4,5	3,2	1,5	3,6
16	25	2,36	1,15	2,8	2,05	1	2,4
25	35	1,5	0,75	1,8	1,3	0,65	1,5
35	50	1,15	0,6	1,29	1	0,52	1,1
50	70	0,86	0,47	0,95	0,75	0,41	0,77
70	120	0,64	0,37	0,64	0,56	0,32	0,55
95	150	0,48	0,30	0,47	0,42	0,26	0,4
120	185	0,39	0,26	0,37	0,34	0,23	0,31
150	240	0,33	0,24	0,30	0,29	0,21	0,27
185	300	0,29	0,22	0,24	0,25	0,19	0,2
240	400	0,24	0,2	0,19	0,21	0,17	0,16
300	500	0,21	0,19	0,15	0,18	0,16	0,13

Ví dụ:

Ví dụ 1: (hình H1-30)



Hình H1-30. Ví dụ 1.

Cho dây đồng 3 pha tiết diện 35mm^2 dài 50m cấp điện cho động cơ 400V có dòng:

- 100 A với cosφ = 0,8 ở chế độ bình thường;
- 500 A ($5I_n$) với cosφ = 0,35 khi khởi động.

Sụt áp tại điểm nối vào tủ phân phối của động cơ là 10 V khi khởi động động cơ.

Hãy tính sụt áp tại đầu vào động cơ:

- chế độ bình thường;
- chế độ khởi động.

Giải

- sụt áp ở chế độ bình thường:

$$\Delta u\% = 100\Delta u/U_n$$

Bảng H1-29 cho 1 V/A/ km do đó:

ΔU cho cáp = 1 x100 x 0,05 = 5 V

ΔU tổng = 10 + 5 = 15V nghĩa là:

$$\frac{15}{400} \times 100 = 3,75\%$$

Giá trị này nhỏ hơn 8%

- sụt áp khi khởi động:

ΔU cho cáp = 0,52 x 500 x 0,05 = 13 V

Sụt áp tại tủ phân phối sẽ vượt quá 10V do dòng phụ khi khởi động động cơ. Giả sử dòng chạy qua tủ phân phối khi động cơ khởi động là 900 + 500 = 1400 A, vậy tại tủ phân phối sụt áp sẽ là:

$$\frac{10 \times 4000}{1000} = 14 \text{ V}$$

ΔU cho cáp động cơ là 13V

ΔU tổng = 13 +14 =27 V nghĩa là:

$$\frac{27x100}{400} = 6,75\%$$

và thỏa mãn yêu cầu về điện áp khi khởi động động cơ.

Ví dụ 2:

Cáp 3 pha 4 dây đồng tiết diện 70 mm^2, dài 50 m tải dòng 150A. Dây này nuôi một số tải, trong đó có mạch chiếu sáng 3 dây 1 pha tiết diện 2,5 mm^2, bằng đồng và dài 20 m. Mỗi pha cho chiếu sáng có dòng tải 20A.

Giả sử là các dòng trong dây $70mm^2$ có cân bằng pha và 3 mạch chiếu sáng được nối vào cùng một điểm. Tính sụt áp tại điểm cuối của mạch chiếu sáng.

Giải

- sụt áp trong cáp 4 sợi:

$$\Delta U\% = 100\Delta U/U_n$$

Bảng H1-29 cho ta 0,55 V/A/km nên:

$$\Delta U_{dây} = 0,55x\ 150\ x\ 0,05 = 4,125\ V$$

và:

$$\Delta U_{pha} = \frac{4,125}{\sqrt{3}} = 2,38V$$

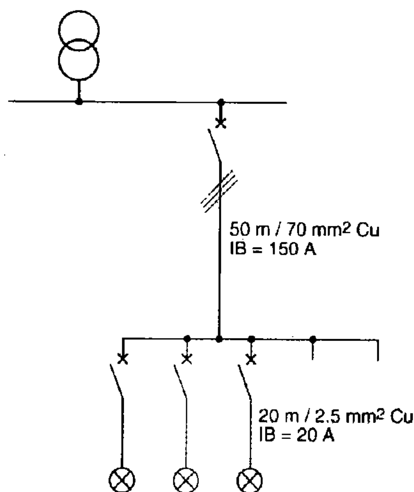
- sụt áp trên dây chiếu sáng:

$$= 18\ x\ 20\ x\ 0,02 = 7,2\ V$$

Tổng sụt áp: 7,2 + 2,38 = 9,6 V

nghĩa là: $\frac{9,6}{230} x100 = 4,2\%$

Giá trị này thỏa mãn yêu cầu về sụt áp cho phép là 6%.



Hình H1-31. Ví dụ 2.

4. TÍNH NGẮN MẠCH

Xác định dòng ngắn mạch 3 pha đối xứng I_{sc} tại các điểm khác nhau của mạng là điều cần thiết cho việc thiết kế mạng.

Tính toán dòng ngắn mạch 3 pha đối xứng tại những điểm đặc trưng là điều cần thiết nhằm lựa chọn thiết bị đóng cắt (theo dòng sự cố), cáp (theo tính ổn định nhiệt), thiết bị bảo vệ, ngưỡng bảo vệ, v.v..

Ngắn mạch 3 pha qua tổng trở bằng 0 (hay còn gọi là ngắn mạch kim loại) của mạng được nuôi từ máy biến áp phân phối trung /hạ sẽ được khảo sát sau đây. Loại trừ một số trường hợp rất đặt biệt, còn thì ngắn mạch 3 pha kim loại sẽ là nặng nề nhất và đơn giản để tính toán hơn cả.

Ngắn mạch xảy ra trong lưới có máy phát hoặc lưới điện một chiều sẽ được khảo sát ở chương J, mục 1.1 và 6.1.

Các tính toán đơn giản và quy tắc thực tế sẽ cho một vài kết quả chấp nhận được, tương đối chính xác cho hầu hết các trường hợp thiết kế lắp đặt điện.

C.H1

4.1 Ngắn mạch tại thanh cái hạ áp của máy biến áp phân phối

Trường hợp một máy biến áp

Một cách sơ bộ có thể tính toán dòng ngắn mạch bỏ qua tổng trở của hệ thống lưới trung thế:

$$I_{SC} = \frac{I_n \times 100}{U_{SC}}$$

$$I_n = \frac{P_n \times 10^3}{\sqrt{3}U_{20}}$$

P_n - Công suất định mức của máy biến áp (kVA);

U_{20} - điện áp dây phía thứ cấp khi không tải (V);

I_n - dòng định mức (A);

I_{sc} - dòng ngắn mạch (A);

U_{sc} - điện áp ngắn mạch (%).

Giá trị tiêu biểu U_{sc} của máy biến áp phân phối được cho trong bảng H1-32.

Bảng H1-32. Giá trị U_{SC} cho các máy biến áp có điện áp sơ cấp ≤ 20 kV

Công suất định mức của máy biến áp KVA	U_{SC},%	
	Dạng của biến áp	
	dầu	khô
50 đến 630	4%	6%
800 đến 2500	6%	6%

Ví dụ

Máy biến áp 400 kVA có điện áp khi không tải 242/420 V

$$Usc = 4\%$$

$$I_n = \frac{400 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 420} = 550 \text{ A}$$

$$I_{SC} = \frac{550 \times 100}{4} = 13{,}75 \text{ kA}$$

Trên thực tế I_{sc} sẽ nhỏ hơn giá trị tính được theo phương pháp trên (như ở bảng H1-33) do tổng trở của hệ thống phía sơ cấp thường cho công suất ngắn mạch tại thanh cái sơ cấp của máy biến áp ít khi vượt giá trị 500MVA. Các trị công suất ngắn mạch cỡ 250 MVA hoặc nhỏ hơn thường hay gặp hơn.

Bảng H1-33. I_{sc} tại thanh cái hạ áp của máy biến áp phân phối 3 pha được nuôi từ hệ thống có công suất ngắn mạch 3 pha là 500 MVA hoặc 250 MVA

Công suất định mức máy biến áp (kVA)		50	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Dòng định mức biến áp Ir(A)		69	137	220	344	433	550	687	866	1100	1375	1718	2199	2749	3437
Biến áp dầu I_{sc} (kA)	P_{SC} = 250MVA	1,71	3,40	5,41	8,38	10,5	13,2	16,4	20,4	17,4	21,5	26,4	33,1	40,4	49,1
	P_{SC} = 500MVA	1,71	3,42	5,45	8,49	10,7	13,5	16,8	21,0	17,9	22,2	27,5	34,8	43,0	52,9
Biến áp khô I_{sc} (kA)	P_{SC}=250MVA	1,14	2,28	3,63	5,63	7,07	8,93	11,1	13,9	17,4	21,5	26,4	33,1	40,4	49,1
	P_{SC}=500MVA	1,14	2,28	3,65	5,68	7,14	9,04	11,3	14,1	17,9	22,2	27,5	34,8	43,0	52,9

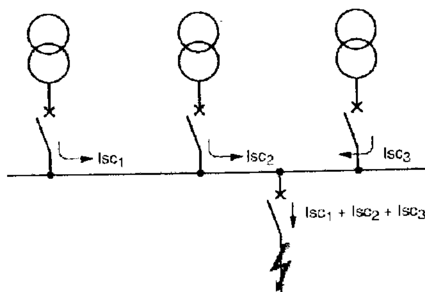
Trường hợp nhiều máy biến áp mắc song song

Dòng ngắn mạch trên đầu đường dây ra (hình H1-34) có thể được coi như là tổng của các dòng ngắn mạch từ mỗi máy biến áp riêng biệt.

Giả sử là các máy đều được nuôi từ cùng một hệ thống và các giá trị I_{sc} của chúng được cho trong bảng H1-33. Khi lấy tổng, giá trị I_{sc} sẽ lớn hơn giá trị thực xảy ra.

Các yếu tố khác không được kể tới là tổng trở của thanh cái và của các máy cắt.

Tuy nhiên, dòng ngắn mạch duy trì tính được là đủ chính xác để làm cơ sở cho thiết kế lắp đặt điện.



Hình H1-34. Ngắn mạch trên đầu đường dây ra.

4.2 Ngắn mạch 3 pha (I_{sc}) tại điểm bất kỳ của lưới hạ thế

Dòng I_{sc} tại điểm bất kỳ là:

$$I_{SC} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3}Z_T}$$

U_{20} - điện áp dây phía thứ cấp khi không tải;

Z_T - tổng trở tổng mỗi pha tới điểm ngắn mạch.

Phương pháp tính Z_T

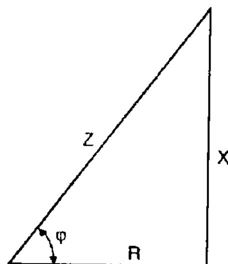
Mỗi phần tử của lưới (mạng trung áp, biến áp, cáp, máy cắt, thanh cái v.v..) đều được đặc trưng bằng tổng trở của chúng. Z gồm 2 thành phần: R và X. Cần ghi nhận là dung kháng không đóng vai trò quan trọng trong các tính toán dòng ngắn mạch.

Các thành phần R, X, Z được thể hiện bằng Ω và được biểu thị trên hình H1- 35. Phương pháp này sẽ chia lưới điện ra các đoạn và mỗi đoạn đặc trưng bởi R và X.

Tổng trở Z cho tập hợp các phân đoạn nối tiếp sẽ được tính:

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2}$$

Với R_T, X_T là tổng số học các trở kháng và cảm kháng của các phân đoạn đi vào tập hợp này.



Hình H1-35. Giản đồ tổng trở.

Kết hợp hai phân đoạn bất kỳ mắc song song thường hoặc chỉ có R (hoặc X) sẽ được coi như một phân đoạn có:

$$R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{hoặc } X_3 = \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2}$$

Sự kết hợp hai phân đoạn song song không tương tự thường ít khi cần đến trong lắp đặt lưới hình tia và do đó không được trình bày ở đây.

Phương pháp chung để biến đổi thành mạch có tổng trở tương đương được trình bày ở phụ lục H1.

Xác định tổng trở của mạng phía sơ cấp

Hệ thống điện phía sơ cấp của biến áp phân phối (bảng H1-36)

Công suất ngắn mạch 3 pha (MVA* hoặc kVA) sẽ được ngành điện cung cấp và từ đó có thể xác định được tổng trở tương đương.

Công thức sau cho phép xác định tổng trở này và quy đổi về phía thứ cấp:

$$Z_S = \frac{U_0^2}{P_{SC}}$$

P_{sc} - công suất ngắn mạch 3 pha của hệ thống phía sơ cấp (kVA);

Z_s - tổng trở của hệ thống phía sơ cấp biến áp (mΩ);

U_o - điện áp dây thứ cấp khi không tải (V).

* Công suất ngắn mạch MVA: $\sqrt{3}\,E_L I_{SC}$. Với E_L = điện áp dây định mức (kV) và I_{sc} - dòng ngắn mạch 3 pha kA.

C.H1

Trở kháng R_a phía sơ cấp nói chung là được bỏ qua so với X_a. Nếu đòi hỏi chính xác hơn thì R_a cần được tính đến và coi như bằng $0{,}15X_a$.

Bảng H1-36 cho các giá trị phổ biến của R_a và X_a trong lưới phân phối (*) công cộng có công suất ngắn mạch 250 MVA và 500 MVA.

(*) điện áp nhỏ hơn 36 kV.

Bảng H1-36. Tổng trở của lưới phía sơ cấp qui đổi về phía thứ cấp của biến áp phân phối

S_{SC}	U_0	R_a (mΩ)	X_a (m Ω)
250 MVA	420	0,106	0,71
500 MVA	420	0,053	0,353

Máy biến áp (bảng H1-37)

Tổng trở Z_{tr} của biến áp nhìn từ phía thanh cái thứ cấp sẽ được cho:

$$Z_{tr} = \frac{U_{20}^2}{P_n} \times \frac{U_{SC}}{100} \ (m\Omega)$$

với:

U_{20} - điện áp dây thứ cấp khi không tải (V);

P_n - công suất định mức máy biến áp (kVA);

U_{sc} - điện áp ngắn mạch (%).

Trở kháng của các cuộn dây R_{tr} có thể tính theo tổn thất công suất:

$$P_{Cu} = 3I_n^2 R_{tr} \qquad \text{nên:} \quad R_{tr} = \frac{P_{Cu} \times 10^3}{3I_n^2} \ (m\Omega)$$

với:

P_{Cu} - tổn thất đồng (W);

I_n - dòng định mức (A);

R_{tr} - điện trở của pha (mΩ).

Cho các tính toán gần đúng R_{tr} có thể bỏ qua vì $X \approx Z$ trong các máy biến áp phân phối chuẩn.

Bảng H1-37. Trở kháng, cảm kháng và tổng trở của các máy biến áp phân phối điện áp sơ cấp ≤ 20 kV

Công suất định mức biến áp kVA		50	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Biến áp dầu	U_{SC} %	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
	R_{tr} mΩ	95,3	37,9	16,2	9,2	6,9	5,1	3,9	2,9	2,9	2,3	1,8	1,4	1,1	0,9
	X_{tr} mΩ	104,1	59,5	41,0	26,7	21,3	16,9	13,6	10,8	12,9	10,3	8,3	6,5	5,2	4,1
	Z_{tr} mΩ	141,1	70,5	44,1	28,2	22,4	17,7	14,1	11,2	13,2	10,6	8,5	6,6	5,3	4,2
Biến áp khô	U_{sc}%		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	R_{tr} mΩ		33,5	18,6	10,7	8,2	6,1	4,6	3,5	2,6	1,9	1,5	1,1	0,8	0,6
	X_{tr} mΩ		00,4	63,5	41,0	32,6	25,8	20,7	16,4	13,0	10,4	8,3	6,5	5,2	4,2
	Z_{tr} mΩ		05,8	66,2	42,4	33,6	26,5	21,2	16,8	13,3	10,6	8,4	6,6	5,3	4,2

CB

Trong lưới hạ áp, tổng trở của các CB nằm phía trước vị trí sự cố cần phải được tính đến. Cảm kháng có thể tiếp nhận giá trị 0,15mΩ cho mỗi CB trong khi trở kháng có thể được bỏ qua.

Thanh góp

Trở kháng của thanh góp được bỏ qua và tổng trở (cảm kháng) đạt giá trị 0,15 mΩ cho 1 m chiều dài (f = 50 Hz), (0,18 mΩ/m chiều dài khi f = 60 Hz). Khi khoảng cách giữa các thanh dẫn tăng gấp 2 thì cảm kháng sẽ tăng khoảng 10%.

Dây dẫn

Trở kháng của dây sẽ được tính theo công thức:

$$R_C = \frac{\rho L}{S}$$

với:

ρ - điện trở suất của vật liệu dây khi có nhiệt độ vận hành bình thường và bằng:

22,5mΩ. mm^2 /m cho đồng;

36 mΩ. mm^2 /m cho nhôm;

S - tiết diện của dây (mm^2)

Cảm kháng của cáp có thể được nhà chế tạo cung cấp. Đối với tiết diện dây nhỏ hơn $50mm^2$ cảm kháng có thể được bỏ qua. Nếu không có số liệu nào khác, có thể lấy bằng 0,08 mΩ/m (f = 50 Hz) hoặc 0,096 mΩ/m (f = 60 Hz). Đối với thanh dẫn lắp ghép hoặc hệ thống đi dây sẵn cần phải tham khảo ý kiến của nhà chế tạo.

Động cơ

Tại thời điểm có ngắn mạch, động cơ đang vận hành sẽ giống như một máy phát (trong khoảng thời gian ngắn) và cung cấp dòng đổ về chỗ ngắn mạch.

Nói chung sự tham gia tạo dòng ngắn mạch của các động cơ có thể được bỏ qua. Tuy nhiên để nâng cao tính chính xác của các tính toán và nhất là khi động cơ có công suất lớn hoặc khi có nhiều động cơ nhỏ hơn thì tổng ảnh hưởng của chúng cần phải được tính đến qua các công thức:

$$I_{scm} = 3{,}5I_n \text{ cho mỗi động cơ}$$

Có nghĩa 3,5 m. I_n cho m động cơ giống nhau vận hành đồng thời.

Các động cơ này phải là 3 pha, còn các động cơ một pha có ảnh hưởng không lớn.

Đối với máy cắt phía trung áp, ảnh hưởng của động cơ sẽ được giảm rất nhiều tại thời điểm cắt. Do đó ảnh hưởng của động cơ thường được bỏ qua, tuy nhiên đối với các CB hoặc cầu chì hạ áp có quán tính bé và tốc độ cao, các giá trị được tính theo công thức trên sẽ được sử dụng.

Chú ý: với việc kiểm tra khả năng tạo dòng sự cố của CB cần phải tính đến ảnh hưởng của động cơ (bằng 4 tới $5I_n$).

Điện trở hồ quang ngắn mạch

Dòng ngắn mạch thường tạo nên hồ quang với tổng trở mang tính trở. Điện trở này không có giá trị ổn định và giá trị trung bình của nó đủ hạ thấp dòng ngắn mạch tới chừng mực nào đó ở lưới điện áp thấp. Thực tế chỉ ra rằng nó có thể làm giảm dòng ngắn mạch tới 20%. Hiện tượng này có lợi cho chức năng cắt của CB, song lại gây khó khăn cho chức năng tạo dòng sự cố.

Bảng H1-38. Bảng tóm tắt tính tổng trở các phần tử của hệ thống cung cấp

Hệ thống cung cấp Bảng H1-33		$\frac{R_a}{X_a} = 0,15$ R có thể bỏ qua so với X	$X_a = Z_a = \frac{U_{20}^2}{P_{SC}}$
Máy biến áp Bảng H1-34		$R_{tr} = \frac{P_{Cu} \times 10^3}{3I_n^2}$ R_{tr} thường được bỏ qua so với X_{tr} cho biến áp lớn hơn 100 kVA	$\sqrt{Z_{tr}^2 - R_{tr}^2} = X_{tr}$ với $Z_{tr} = \frac{U_{20}^2}{P_n} \times \frac{U_{SC}}{100}$
CB		bỏ qua	$X_D = 0,15m\Omega$ /cực
Thanh góp		bỏ qua đối với S > 200mm² trong công thức $R = \frac{\rho L(1)}{S}$	$X_B = 0,15m\Omega/m$
Dây dẫn (2)		$R = \frac{\rho L(1)}{S}$	cáp: $X_C=0,08m\Omega/m$
Động cơ điện	M	mục H.2 động cơ (thường bỏ qua ở lưới hạ áp)	
Dòng ngắn mạch 3 pha (kA)		$I_{SC} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3}\sqrt{R_T^2 + X_T^2}}$	

U_{20} - điện áp dây thứ cấp máy biến áp khi không tải (V); P_{sc} - công suất ngắn mạch 3 pha phía thanh cái sơ cấp của máy biến áp phân phối (kVA); P_{Cu} - tổn thất ngắn mạch của biến áp (W); U_{sc} - điện áp ngắn mạch của biến áp (%); R_t - điện trở tổng; X_t - cảm kháng tổng

(1) ρ - điện trở suất của dây ở nhiệt độ bình thường

$\rho = 22,5\ m\Omega \times mm^2/m$ đối với đồng; $\rho = 36\ m\Omega \times mm^2/m$ đối với nhôm

(2) Nếu có vài dây dẫn trong pha thì chia điện trở của 1 dây cho số dây. Còn cảm kháng thì hầu như không thay đổi.

C.H1

Bảng H1-39. Ví dụ tính toán dòng ngắn mạch cho lưới hạ áp 400V từ biến áp phân phối 1000 kVA

		R mΩ	X mΩ	R_T mΩ	X_T mΩ	$I_{SC} = \frac{420}{\sqrt{3}\sqrt{R_T^2 + X_T^2}}$
	Hệ thống trung áp P_{SC} = 500 MVA	0,053	0,353			
	Biến áp 20 kV/420V P_n = 1000 kVA U_{sc} = 6% $P_{cu} = 13,3.10^3$W	2,35	10,34			
	Cáp 1 lõi 5m đồng 4x240 mm²/ pha	$R_C = \frac{22,5}{4} \times \frac{5}{240} = 0,12$	X_C = 0,08 x 5 = 0,40	2,523	11,1	I_{SC1} = 21,3 kA
	CB tổng	R_D = 0	X_D = 0,15			
	Thanh cái	R_B = 0	X_B = 1,5	2,523	12,75	I_{SC2} = 18,6 kA
	Cáp 3 lõi 100m 95 mm²	$R_C = 22,5 \times \frac{100}{95}$ = 23,68	X_C = 100.0,08 = 8	26,2	20,75	I_{SC3} = 7,24 kA
	Cáp 3 lõi 20m 10mm² mạch cuối	$R_C = 22,5 \times \frac{20}{10} = 45$	X_C = 20 x 0,08 =1,6	71,2	22,35	I_{SC4} = 3,24kA

4.3 Xác định dòng ngắn mạch theo dòng ngắn mạch đầu dây

Bảng sau đây cho phép xác định một cách nhanh chóng và khá chính xác dòng ngắn mạch tại một điểm của lưới điện (theo phương pháp tổng hợp ở chương G mục 5.2) khi biết:

- giá trị dòng ngắn mạch phía "trước" điểm có sự cố;

- khoảng cách của mạch giữa điểm ngắn mạch mà dòng sự cố đã biết và điểm ngắn mạch đang xét. Khi đó chỉ cần chọn CB với dòng ngắn mạch lớn hơn giá trị cho trong bảng.

Nếu cần biết giá trị chính xác hơn, có thể sử dụng các tính toán chi tiết (mục 4.2 nói trên) hoặc sử dụng phần mềm như Ecodial (*)

(*) Sản phẩm của Merlin Gerin (chương B, mục 1, phương pháp luận)

Trong trường hợp như vậy, khả năng sử dụng kỹ thuật ghép tầng cần được lưu ý. Kỹ thuật này sử dụng các CB hạn chế dòng ở phía trước và sẽ cho phép các CB ở phía sau có khả năng cắt dòng sự cố bé hơn cần thiết (xem chương H2, mục 4.5).

Bảng H1-40. Dòng ngắn mạch tại điểm bất kỳ xác định theo dòng ngắn mạch tại phía đầu dây

Đồng 230 /400V	Tiết diện dây pha (mm^2)	Chiều dài của mạch (m)																	
	1,5														0,8	1	1,3	1,6	3
	2,5													1	1,3	1,6	2,1	2,6	5
	4												0,8	1,7	2,1	2,5	3,5	4	8,5
	6												1,3	2,5	3	4	5	6,5	13
	10										0,8	1,1	2,1	4	5,5	6,5	8,5	11	21
	16								0,9	1	1,4	1,7	3,5	7	8,5	10	14	17	34
	25							1	1,3	1,6	2,1	2,6	5	10	13	16	21	26	50
	35							1,5	1,9	2,2	3	3,5	7,5	15	19	22	30	37	75
	50						1,1	2,1	2,7	3	4	5,5	11	21	27	32	40	55	110
	70						1,5	3	3,5	4,5	6	7,5	15	30	37	44	60	75	150

Tiếp bảng H1-40

	95				0,9	1	2	4	5	6	8	10	20	40	50	60	80	100	200
	120		0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	25	50	65	75	100	130	250
	150	0,8	1	1,1	1,2	1,4	2,7	5,5	7	8	11	14	27	55	70	80	110	140	270
	185	1	1,1	1,3	1,5	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32	65	80	95	130	160	320
	240	1,2	1,4	1,6	1,8	2	4	8	10	12	16	20	40	80	100	120	160	200	400
	300	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	5	9,5	12	15	19	24	49	95	120	150	190	240	
	2x120	1,5	1,8	2	2,3	2,5	5,1	10	13	15	20	25	50	100	130	150	200	250	
	2x150	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	5,5	11	14	17	22	28	55	110	140	170	220	280	
	2x185	2	2,3	2,6	2,9	3,5	6,5	13	16	20	26	33	65	130	160	200	260	330	
	3x120	2,3	2,7	3	3,5	4	7,5	15	19	23	30	38	75	150	190	230	300	380	
	3x150	2,5	2,9	3,5	3,5	4	8	16	21	25	33	41	80	160	210	250	330	410	
	3x185	2,9	3,5	4	4,5	5	9,5	20	24	29	39	49	95	190	240	290	390		
Đồng 230 /400V	I_{sc} phía trước (kA)	I_{sc} phía sau (kA)																	
	100	94	94	93	92	91	83	71	67	63	56	50	33	20	17	14	11	9	5
	90	85	85	84	83	83	76	66	62	58	52	47	32	20	16	14	11	9	4,5
	80	76	76	75	75	74	69	61	57	54	49	44	31	19	16	14	11	9	4,5
	70	67	67	66	66	65	61	55	52	49	45	41	29	18	16	14	11	5	4,5
	60	58	58	57	57	57	54	48	46	44	41	38	27	18	15	13	10	8,5	4,5
	50	49	48	48	48	48	46	42	40	39	36	33	25	17	14	13	10	8,5	4,5
	40	39	39	39	39	39	37	35	33	32	30	29	22	15	13	12	9,5	8	4,5
	35	34	34	34	34	34	33	31	30	29	27	26	21	15	13	11	9	8	4,5
	30	30	29	29	29	29	28	27	26	25	24	23	19	14	12	11	9	7,5	4,5
	25	25	25	25	24	24	24	23	22	22	21	20	17	13	11	10	8,5	7	4
	20	20	20	20	20	20	19	19	18	18	17	17	14	11	10	9	7,5	6,5	4
	15	15	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	12	9,5	8,5	8	7	6	4
	10	10	10	10	10	10	10	9,5	9,5	9,5	9,5	9	8,5	7	6,5	6,5	5,5	5	3,5
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6,5	6,5	6,5	6	5,5	5	5	4,5	4	2,9
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,5	4	4	4	3,5	3,5	2,5
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,5	3,5	3,5	3	3	2,9	2,2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	1,9
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,4
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,8

Tiếp bảng H1-40

Nhôm 230 /400V	Tiết diện dây pha (mm^2)	Chiều dài mạch (m)																	
	2,5														0,8	1	1,3	1,6	3
	4													1	1,3	1,6	2,1	2,6	5
	6												0,8	1,6	2	2,4	3	4	8
	10												1,3	2,6	3,5	4	5,5	6,5	13
	16										0,8	1,1	2,1	4	5,5	6,5	8,5	11	21
	25								0,8	1	1,3	1,7	3,5	6,5	8,5	10	13	17	33
	35							0,9	1,2	1,4	1,8	2,3	4,5	9	12	14	18	23	46
	50							1,3	1,7	2	2,6	3,5	6,5	13	17	20	26	33	65
	70						0,9	1,8	2,3	2,8	3,5	4,5	9	18	23	28	37	46	90
	95						1,3	2,5	3	4	5	6,5	13	25	32	38	50	65	130
	120					0,8	1,7	3	4	4,5	6,5	8	17	32	40	47	65	80	160
	150					0,9	1,7	3,5	4,5	5	7	8,5	17	34	43	50	70	85	170
	185				0,9	1	2	4	5	6	8	10	20	40	50	60	80	100	240
	240		0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	25	50	65	75	100	130	250
	300	0,9	1	1,2	1,4	1,5	3	6	7,5	9	12	15	30	60	75	90	120	150	300
	2x120	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32	65	80	95	130	160	320
	2x150	1	1,2	1,4	1,5	1,7	3,5	7	9	10	14	17	35	70	85	100	140	170	
	2x185	1,2	1,4	1,6	1,8	2	4,1	8	10	12	16	20	41	80	100	120	160	200	
	2x240	1,5	1,8	2	2,3	2,5	5	10	13	15	20	25	50	100	130	150	200	250	
	3x120	1,4	1,7	1,9	2,1	2,4	4,5	9,5	12	14	19	24	48	95	120	140	190	240	
	3x150	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	5	10	13	15	21	26	50	100	130	150	210	260	
	3x185	1,8	2,1	2,4	2,7	3	6	12	15	18	24	30	60	120	150	180	240	300	
	3x240	2,3	2,7	3	3,5	4	7,5	15	19	23	30	38	75	150	190	230	300	380	

Chú ý: cho hệ 3 pha với U dây = 230 V cần chia chiều dài cho $\sqrt{3}$.

C.H1

Ví dụ:

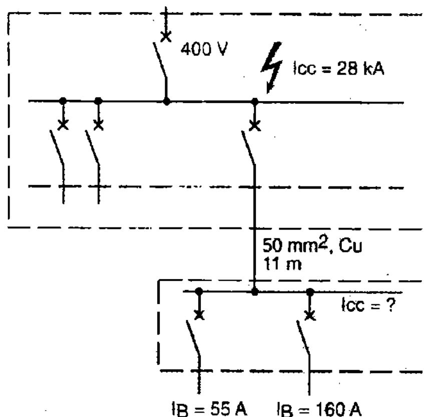
Cho mạng như hình H1-41. Dò theo tiết diện dây đồng là 50 mm^2 ở bảng H1-40, ứng với chiều dài 11 m (hoặc giá trị gần nhất có thể), và lấy theo 30 kA (giá trị gần với 28 kA) sẽ cho ta giá trị I_{sc} = 19 kA tại cuối dây dài 11 m.

Quá trình xác định dòng ngắn mạch cho một dây nhôm cũng sẽ tương tự.

Kết quả là CB treo trên xà có dòng danh định 63A và dòng cắt ngắn mạch 50kA (như NC 100 LH (*)) có thể sử dụng cho mạch 55A ở hình H1-41.

Còn CB Compact (*) có dòng danh định 260A và dòng cắt ngắn mạch 25kA sẽ được dùng cho mạch 160A (như NS160N).

(*) Sản phẩm của Merlin Gerin.



Hình H1-41. Xác định dòng ngắn mạch sử dụng bảng H1-40.

4.4 Dòng ngắn mạch của máy phát hoặc bộ chỉnh lưu

Xem chương J.

5. CÁC TRƯỜNG HỢP ĐẶC BIỆT CỦA DÒNG NGẮN MẠCH

5.1 Tính toán mức dòng ngắn mạch nhỏ nhất

Nếu thiết bị bảo vệ trong mạch chỉ dùng cho bảo vệ chống ngắn mạch thì nó cần phải tác động ở mức dòng ngắn mạch bé nhất có thể có trong mạch.

Nói chung ở mạng hạ áp, một thiết bị bảo vệ thường phải có chức năng chống quá tải, cắt ngắn mạch. Chỉ trong một vài trường hợp đặc biệt thì thiết bị bảo vệ quá tải sẽ độc lập với thiết bị bảo vệ ngắn mạch.

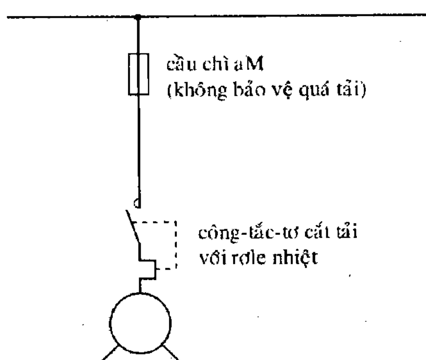
Nếu thiết bị chỉ dùng để cắt ngắn mạch thì nó cần tác động ở các giá trị dòng ngắn mạch nhỏ nhất có thể có trong mạng.

Ví dụ

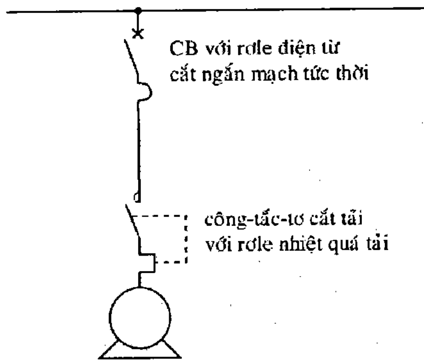
Trên các hình H1-42, H1-43 và H1-44 cho thấy thiết bị bảo vệ quá tải và ngắn mạch độc lập với nhau.

Hình H1-42 và H1-43 biểu diễn mạch thường được sử dụng nhiều nhất cho bảo vệ và điều khiển động cơ.

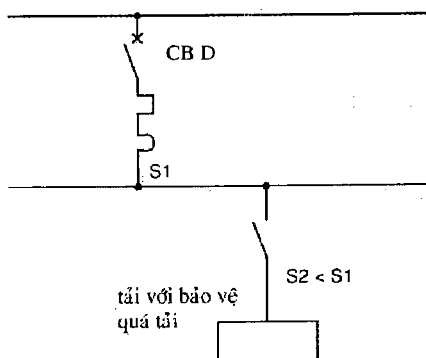
Hình H1-44 cho thấy sự vi phạm nguyên tắc bảo vệ và thường được dùng cho mạch chiếu sáng, trục thanh dẫn kiểu lắp ghép.



Hình H1-42. Bảo vệ mạch bằng cầu chì aM.



Hình H1-43. Bảo vệ mạch bằng CB không có rơle nhiệt quá tải.



Hình H1-44. CB D bảo vệ ngắn mạch và tải.

Các điều kiện cần tuân thủ:

> *Đối với bảo vệ có mạch cắt tức thời:*
>
> $I_m < I_{sc}$ *(min) đối với CB;*
>
> *hoặc*
>
> $I_a < I_{sc}$ *(min) cho bảo vệ bằng cầu chì.*

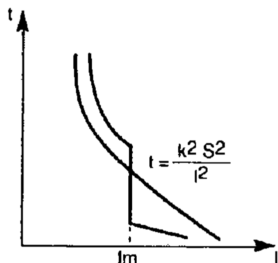
Thiết bị bảo vệ cần thỏa mãn 2 điều kiện sau:

- khả năng cắt sự cố > I_{sc} của ngắn mạch 3 pha tại điểm đặt bảo vệ;
- loại trừ dòng ngắn mạch nhỏ nhất có thể có trong mạch trong khoảng thời gian tc tương hợp với điều kiện nhiệt của dây:

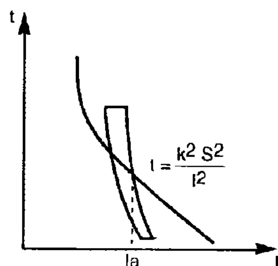
$$t_c = \frac{k^2 S^2}{I^2_{SC(min)}} \quad (t_c < 5\ s)$$

So sánh đặc tính tác động hoặc đặc tuyến chảy của thiết bị bảo vệ với đặc tuyến giới hạn về nhiệt của dây cho thấy điều kiện này sẽ được thoả mãn nếu:

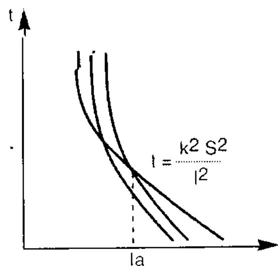
- I_{sc}(min) > I_m (giá trị ngưỡng cắt tức thời hoặc trễ trong khoảng thời gian ngắn), (xem hình H1-45);
- I_{sc}(min) > I_a cho bảo vệ bằng cầu chì. Giá trị của I_a thích ứng với giao điểm của đặc tuyến chảy và đặc tuyến chịu nhiệt của dây (hình H1-46 và H1-47).



Hình H1-45. Bảo vệ bằng CB.



Hình H1-46. Bảo vệ bằng cầu chì



Hình H1-47. Bảo vệ bằng cầu chì dạng gI.

Phương pháp thực dụng tính Lmax

> *Trong thực tế, điều này có nghĩa là chiều dài của lưới phía sau của thiết bị bảo vệ không được vượt quá chiều dài tính toán lớn nhất:*
>
> $$L_{max} = \frac{0{,}8.U.S_{ph}}{2.\rho.I_m}$$

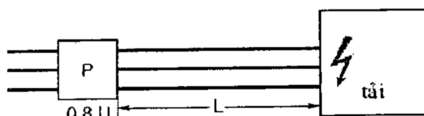
C.H1

Ảnh hưởng giới hạn của tổng trở một dây dẫn dài lên giá trị dòng ngắn mạch sẽ được kiểm tra và chiều dài của dây dẫn cần được giới hạn thích ứng.

Phương pháp tính chiều dài lớn nhất cho phép đã được trình bày cho sơ đồ TN và IT đối với ngắn mạch 1 và 2 pha chạm đất (xem chương G, mục 5.2 và 6.2).

Hai trường hợp cần được lưu ý sau đây:

1. Tính toán L_{max} cho hệ dây 3 pha 3 dây. Dòng ngắn mạch nhỏ nhất sẽ xảy ra khi có ngắn mạch 2 pha tại điểm xa nhất của mạch.



Hình H1-48.

Sử dụng "phương pháp quy ước" với giả thiết điện áp tại điểm đặ bảo vệ P còn 80 % giá trị định mức trong khoảng thời gian ngắn mạch. Do đó $0,8U = I_{sc} \times Z_d$ với Z_d là tổng trở của vòng ngắn mạch, I_{sc} là dòng ngắn mạch (pha/pha). U = điện áp định mức.

Đối với cáp có tiết diện nhỏ hơn 120 mm^2, cảm kháng có thể bỏ qua và:

$$Z_d = \rho \frac{2L}{S_{ph}}$$

Với ρ - điện trở suất của đồng (*) ở nhiệt độ trung bình trong khi ngắn mạch và S_{ph} - tiết diện của dây pha (mm^2); L - chiều dài (m).

Để dây không bị hư hỏng về nhiệt do dòng $I_{sc} \geq I_m$ thì:

$$0,8\,U \geq \rho \frac{2LI_m}{S_{ph}} \qquad \text{hoặc}$$

$$L_{max} = \geq \frac{0,8U.S_{ph}}{2\rho.I_m}$$

Với U = 400 V; ρ = 1,5 x 0,018 = 0,027 Ω. mm^2/m (**)

I_m - dòng tác động của bộ tác động kiểu từ của CB

L_{max} - chiều dài lớn nhất (m)

$$L_{max} = \frac{5,926S_{ph}}{I_m}$$

(*) có thể cho dây nhôm

(**) giá trị khá lớn của ρ là do nhiệt độ tăng khi có dòng ngắn mạch.

2. Tính toán L_{max} cho mạch 3 pha 4 dây 230/400 V

Giá trị nhỏ nhất I_{sc} xảy ra khi ngắn mạch pha và dây trung tính.

Tính toán tương tự như ví dụ 1, song sử dụng công thức sau (cho cáp ≤ 120 mm^2 (1))

- khi tiết diện dây trung tính $S_n = S_{ph}$: $L_{max} = 3,421.\frac{S_{ph}}{I_m}$

- nếu $S_n < S_{ph}$:

$$L_{max} = \frac{6,842.S_{ph}}{(1+m).I_m} \quad \text{với } m = \frac{S_{ph}}{S_n}$$

(1) Đối với tiết diện lớn hơn, điện trở cần được lấy giá trị lớn hơn do ảnh hưởng của mật độ dòng không đồng nhất (do hiệu ứng mặt ngoài và hiệu ứng gần đã được nói ở chương G, mục 5.2).

Các giá trị thích hợp (theo tiêu chuẩn Pháp NF 15 - 100) là:

150 mm^2 : R + 15 %

185 mm^2 : R + 20 %

240 mm^2 : R + 25 %

300 mm^2 : R + 30 %

Với R là giá trị được tính theo công thức: $R = \frac{\rho.2L}{S_{ph}}$.

Với tiết diện dây lớn hơn so với đã liệt kê, cảm kháng cần phải được tính đến. Với tần số 50 Hz thì lấy 0,08 mΩ/m, còn đối với tần số 60 Hz thì là 0,096 mΩ/m.

Bảng giá trị của L_{max}

Bảng H1-49 cho chiều dài lớn nhất của dây thuộc lưới sau:

- 3 pha 3 dây 400V (không có dây trung tính), và

C.H1

- 1 pha 2 dây 400V, không có dây trung tính, được bảo vệ bằng CB bình thường.

Với các trường hợp khác sẽ sử dụng hệ số hiệu chỉnh (bảng H1-53) để xác định L_{max}.

Các tính toán được dựa theo các phương pháp đã nêu với $I_m = 1,2I_{rm}$ với I_{rm} - giá trị ngưỡng có thể điều chỉnh. I_{rm} được điều chỉnh trong phạm vi ±20 % do vậy trong trường hợp xấu nhất thì hệ số điều chỉnh là 1,2.

Các chi tiết về điều chỉnh các phần tử của CB được đề cập ở chương H2 mục 4.2.

Bảng H1-50 và H1-51 cho chiều dài lớn nhất (L_{max}) cho:

- lưới 3 pha 3 dây 400V (không có dây trung tính), và

- 1 pha 2 dây 400V không có dây trung tính.

Cả 2 loại này đều được bảo vệ bằng CB dân dụng hoặc các CB có đặc tính tác động tương tự. Trong các trường hợp khác sẽ dùng hệ số hiệu chỉnh. Các hệ số này được cho trong bảng H1-53. Các tính toán được thực hiện bằng các phương pháp đã nêu với $I_m = 1,2\ I_{rm}$

Những CB này có phần tử bảo vệ quá tải và ngắn mạch kiểu từ. Các loại B, C, D chỉ khác nhau về giá trị tác động I_m.

Tiêu chuẩn IEC 898 là tiêu chuẩn quốc tế cho các CB này.

Xem bảng H2-28 cho các giá trị tác động để biết rõ hơn các chi tiết.

Lưu ý: IEC 898 cho dòng tác động khoảng 10 - $50I_n$ cho CB dạng D, trong khi tiêu chuẩn châu Âu và bảng H1-52 cho phạm vi khoảng 10 - $20I_n$. Phạm vi này được thỏa mãn cho hầu hết các CB dân dụng hoặc tương tự.

Bảng H1-49. Chiều dài lớn nhất cho dây đồng (m) (nếu dây nhôm cần nhân với 0,62)

Dòng tác động I_m của phần tử tác động tức thời kiểu từ	Tiết diện cắt ngang của dây (mm^2)														
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
50	148	246	394												
63	117	195	313	470											
80	92	154	246	370											
100	74	123	197	296	493										
125	59	99	158	237	395										
160	46	77	123	185	308	494									
200	37	62	99	148	247	395									
250	30	49	79	118	197	316	494								
320	23	38	62	92	154	247	386								
400	18	31	49	74	123	197	308	432							
500	15	25	39	59	99	158	247	345	494						
560	13	22	35	53	88	141	220	308	441						
630	12	19	31	47	78	125	196	274	392						
700	11	18	28	42	70	113	176	247	353	494					
800	9	15	25	37	61	98	154	215	308	432					
875	8	14	22	34	56	90	141	197	282	395					
1000	7	12	20	30	49	79	123	173	247	345	469				
1120	6	11	17	26	44	70	110	154	220	308	419				
1250	6	10	16	24	39	63	99	138	197	276	375	474			
1600		7	12	18	31	49	77	108	154	216	293	370	532		
2000		6	10	15	24	39	62	86	123	173	234	296	425	570	
2500			8	12	20	31	49	69	99	138	188	237	340	438	592
3200			6	9	16	25	38	54	77	108	146	185	265	340	462
4000				7	12	20	31	43	62	86	117	148	212	273	370
5000				6	10	16	25	34	49	69	94	118	170	218	296
6300					8	12	20	27	39	55	74	94	134	175	235
8000					6	10	15	21	31	43	59	74	105	136	185
10000						8	12	17	25	35	47	59	85	109	147
12500						6	10	14	20	28	37	47	67	87	118

Bảng H1-50. Chiều dài lớn nhất cho mạch bằng dây đồng được bảo vệ bằng CB dạng B

Dòng định mức của CB (A)	Tiết diện của dây (mm^2)								
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
6	296	494	790						
10	178	296	474	711					
13	137	228	385	547	912				
16	111	185	296	444	741				
20	89	148	237	356	593	948			
25	71	119	190	284	474	759			
32	56	93	148	222	370	593	926		
40	44	74	119	178	296	474	741		
50	36	59	95	142	237	379	593	830	
63	28	47	75	113	188	301	470	658	854
80	22	37	59	89	148	237	370	519	704
100	18	30	47	71	119	190	296	415	563
125	14	24	38	57	95	152	237	331	450

Bảng H1-51. Chiều dài lớn nhất cho mạch bằng dây đồng (m) được bảo vệ bằng CB dạng C

Dòng định mức của CB (A)	Tiết diện của dây (mm^2)								
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
6	148	247	395	593	988				
10	89	148	237	356	593	948			
13	68	114	182	274	456	729			
16	56	93	148	222	370	593	926		
20	44	74	119	178	296	474	741		
25	36	59	95	142	237	379	593	830	
32	28	46	74	111	185	296	463	648	880
40	22	37	59	89	148	237	370	519	704
50	18	30	47	71	119	190	296	415	563
63	14	24	38	56	94	150	235	329	446
80	11	19	30	44	74	119	185	259	351
100	9	15	24	36	59	95	148	207	281
125	7	12	19	28	47	76	119	166	225

Bảng H1-52. Chiều dài lớn nhất cho mạch bằng dây đồng (m) được bảo vệ bằng CB dạng D (Merlin Gerin)

Dòng định mức của CB (A)	Tiết diện của dây (mm^2)								
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
6	105	176	283	423	706	1129			
10	63	105	170	254	423	639	1058		
13	48	81	130	195	325	521	814	1140	
16	40	65	105	158	264	422	661	925	1255
20	32	52	84	126	211	337	528	740	1004
25	25	41	67	101	169	270	423	592	803
32	20	32	52	79	132	211	330	462	627
40	16	26	42	63	105	168	264	370	502
50	12	20	33	50	84	135	211	296	401
63	10	16	26	40	67	107	167	234	318
80	8	13	21	31	52	84	132	185	251
100	6	10	16	25	42	67	105	148	200
125	5	8	13	20	33	54	84	118	160

Bảng H1-53. **Hệ số chỉnh định chiều dài cho các bảng từ H1-49 đến H1-52**

Mạch	$\frac{S_{ph}}{S_n} = 1$	$\frac{S_{ph}}{S_n} = 2$
3 pha 3 dây hoặc 1 pha 2 dây 400V (không có dây trung tính)	1	
3 pha 4 dây hoặc 2 pha 3 dây 230/400V	0,58	0,39 [1]
1 pha 2 dây (pha và trung tính) 230V	0,58	-

(1) 0,77 cho tiết diện dây của dây trung tính.

Ví dụ

Ví dụ 1

Trong mạch 3 dây 3 pha có đặt bảo vệ bằng CB 250 A với dòng tác động cắt ngắn mạch là 2000 A (độ chính xác ± 20 %), có nghĩa là trong trường hợp xấu nhất đòi hỏi dòng tác động là 2000 x 1,2 = 2400 A. Cáp đồng có tiết diện là 120 mm^2. Trong bảng H1-49, hàng I_m = 2000 A sẽ cắt với cột tiết diện 120 mm^2 tại giá trị L_{max}= 296 m.

Ví dụ 2

Trong hệ thống dây dẫn 1 pha (pha và trung tính) có đặt bảo vệ với ngưỡng cắt nhanh là 500A (±20 %). Điều đó có nghĩa là trường hợp xấu nhất sẽ có giá trị ngưỡng cắt 600 A. Cáp đồng có tiết diện 10 mm^2. Trong bảng H1-49, hàng I_m = 500 A cắt với cột tiết diện 10 mm^2 ở giá trị L_{max} là 99 m. Do hệ thống 230 V 1 pha 2 dây nên cần đưa hệ số hiệu chỉnh 0,58 vào. CB sẽ bảo vệ cắt ngắn mạch với chiều dài không vượt quá giá trị

$$99 \times 0,58 = 57 \text{ m.}$$

5.2 Kiểm tra khả năng chịu nhiệt của cáp trong điều kiện ngắn mạch

Các ràng buộc về nhiệt

Nói chung kiểm tra khả năng chịu nhiệt của cáp là không cần thiết, ngoại trừ khi cáp có tiết diện nhỏ và được nuôi trực tiếp từ (hoặc lắp đặt gần) tủ phân phối chính.

Khi khoảng thời gian ngắn mạch ngắn (vài phần mười cho đến 5 s) nhiệt lượng sinh ra sẽ được giữ lại trong dây dẫn và làm nhiệt độ của nó tăng lên. Quá trình này được coi là đẳng nhiệt, một giả thiết để đơn giản hóa các tính toán và cho các kết quả bi quan. Có nghĩa là cho ra nhiệt độ cao hơn so với quá trình thực bởi vì thực ra có một lượng nhiệt sẽ tỏa vào cách điện.

Cho một khoảng thời gian 5s hoặc bé hơn, mối quan hệ $I^2t = k^2S^2$ sẽ đặc trưng cho thời gian (giây) mà dây dẫn với tiết diện S (mm^2) có thể tải được I (A) trước khi nhiệt độ của nó đạt tới giá trị phá hủy cách điện xung quanh.

Bảng H1-54. Giá trị của hằng số k^2

Cách điện	Dây dẫn đồng (Cu)	Dây dẫn nhôm (Al)
PVC	13225	5776
PR	20449	8836

Giá trị k^2 được cho trong bảng H1-54 được lấy từ tiêu chuẩn của Pháp (NFC15-100).

Phương pháp kiểm tra này sẽ kiểm xem lượng năng lượng I^2t/Ω đi qua CB có nhỏ hơn giá trị cho phép của dây không (bảng H1-55).

Bảng H1-55. Điều kiện cho phép về nhiệt của cáp (A^2 xgiây x 10^6)

S(mm^2)	PVC		XLPE	
	Đồng	Nhôm	Đồng	Nhôm
k	115	76	143	94
k^2	13225	5776	20449	8836
1,5	0,0297	0,0130	0,0460	0,0199
2,5	0,0826	0,0361	0,1278	0,0552
4	0,2116	0,0924	0,3272	0,1414
6	0,4761	0,2079	0,7362	0,3181
10	1, 3225	0,5776	2,0450	0,8836
16	3,3856	1,4786	5,2350	2,2620
25	8,2656	3,6100	12,7806	5,5225
35	16,2006	7,0756	25,05	10,8241
50	29,839	13,032	46,133	19,936

C.H1

Ví dụ:

Liệu dây đồng XLPE với tiết diện $4mm^2$ có thể được bảo vệ bằng CB C-60N không?.

Bảng trên chỉ ra giá trị I^2t là 0,3272 x 10^6 trong khi theo thông số của nhà chế tạo thì CB cho phép "đi qua" lượng 0, 094.10^6 (A^2 x giây). Như vậy cáp được bảo vệ bằng CB đã nêu.

Các ràng buộc về lực điện động

Đối với các thanh dẫn và đường dẫn điện kiểu lắp ghép, các đường ray điện thì việc kiểm tra khả năng chịu lực điện động khi có ngắn mạch là rất cần thiết. Giá trị lớn nhất của dòng được hạn chế nhờ CB

hoặc cầu chì cần phải nhỏ hơn giá trị đặc trưng cho độ bền điện động của bộ dẫn điện. Các giá trị này sẽ được các nhà chế tạo cung cấp.

6. Dây nối đất bảo vệ (PE)

6.1 Cách mắc và chọn lựa dây

Cách mắc, chọn lựa kích cỡ dây PE sẽ được tiến hành theo tiêu chuẩn Pháp NF C15-100.

Dây PE cho phép liên kết các vật dẫn tự nhiên và các vỏ kim loại không có điện của các thiết bị điện để tạo lưới đẳng áp. Các dây này dẫn dòng sự cố do hư hỏng cách điện (giữa pha và vỏ thiết bị) tới điểm trung tính nối đất của nguồn. PE sẽ được nối vào đầu nối đất chính của mạng. Đầu nối đất chính sẽ được nối với các điện cực nối đất (xem chương F) qua dây nối đất (điện cực nối đất ở Mỹ).

PE cần được:

- bọc và sơn màu vàng hoặc xanh;
- bảo vệ chống hư hỏng cơ và hóa.

Trong các sơ đồ dạng IT và TN thì dây PE nên đặt gần dây pha (trong cùng ống dây cáp hoặc khay cáp, cùng với các dây pha). Điều này đảm bảo đạt được giá trị cảm kháng nhỏ nhất trong mạch có sự cố chạm đất.

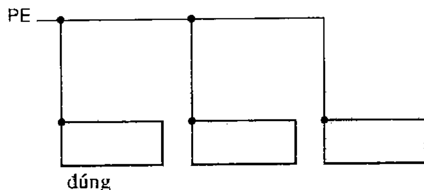
Kết nối

Dây PE cần:

- không chứa đựng bất kỳ hình thức hoặc thiết bị cắt dòng nào;
- nối các vỏ kim loại thiết bị cần nối tới dây PE chính, nghĩa là nối song song như ở hình H1-56;
- có đầu kết nối riêng trên đầu nối đất chung của tủ phân phối.

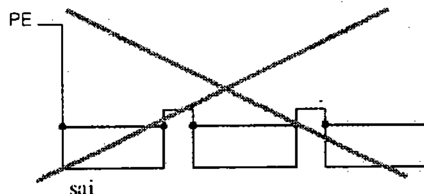
Sơ đồ kiểu TT

Dây PE không cần đặt gần các dây pha bởi vì không cần dòng sự cố chạm đất lớn (do có RCD).



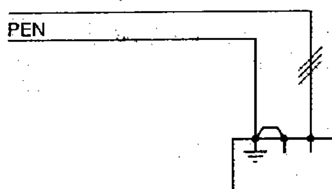
Sơ đồ kiểu IT và TN

Dây PE và PN cần đặt gần dây pha và không được có vật liệu sắt từ nào được đặt giữa chúng. Dây PEN cần luôn được nối tới điểm nối đất của thiết bị, tạo nên vòng nối từ đầu nối đất tới đầu trung tính của thiết bị (hình H1-57).



Hình H1-56. Sự kết nối kiểu nối tiếp sẽ làm cho phần mạng phía sau không được bảo vệ.

TN-C: dây trung tính và PE là một (PEN). Chức năng bảo vệ của dây được ưu tiên hơn, do đó mọi quy định cho một dây PE sẽ được áp dụng chặt chẽ.



Hình H1-57. Nối PEN với đầu nối đất của thiết bị.

Sơ đồ TN-C chuyển qua TN-S

Dây PE được nối vào đầu PEN hoặc thanh cái PEN (hình H1-58) thường tại điểm đầu của mạng. Phần mạng phía sau điểm phân chia thì PE không được nối với dây trung tính.

Vật liệu của dây PE

Các dạng vật liệu để làm PE cho trong bảng H1-59 và thỏa điều kiện được cho ở cột cuối của bảng.



Hình H1-58. Sơ đồ TN-C-S.

C.H1

Bảng H1-59. Chọn lựa dây PE

Dạng dây PE		Sơ đồ IT	Sơ đồ TN	Sơ đồ TT	Điều kiện tuân thủ
Dây bổ sung	trong cùng một cáp với dây pha hoặc cùng đường cáp	nên dùng	nên dùng	đúng	PE cần cách điện như dây pha
	độc lập với dây pha	có thể (1)	có thể (1) (2)	đúng	- PE cần trần hoặc cách điện - sự liên tục về điện cần được đảm bảo nhờ bảo vệ chống hư hỏng về cơ, hóa và hóa điện - độ dẫn điện phải phù hợp
Kết cấu kim loại của thanh dẫn kim loại hoặc ống dẫn sẵn kiểu lắp ghép (5)		có thể (3)	Có thể có PE (3) PEN (8)	đúng	
Vỏ ngoài của dây bọc cách điện khoáng (hệ dạng "pyrotenax")		có thể (3)	PE là có thể (3) EN không nên dùng (2) (3)	có thể	
Vật dẫn tự nhiên (6) kết cấu kim loại của tòa nhà khung máy Ống nước (7)		có thể (4)	PE có thể dùng (4) PEN bị cấm	có thể	
Đường cáp kim loại (máng, ống*, khay, thang v.v)		Có thể (4)	PE có thể (4) EN không nên dùng	có thể	

Không cho phép dùng ống dẫn kim loại (*), ống gaz, ống nước nóng, đai thép của cáp (*).

(*) Trong vài quốc gia chỉ cho phép dùng như dây bổ sung san bằng áp

(1) Trong sơ đồ TN và IT, việc cắt sự cố được thực hiện nhờ thiết bị bảo vệ quá dòng (cầu chì hoặc CB). Do đó tổng trở của mạch vòng sự cố cần đủ nhỏ để các thiết bị bảo vệ tác động. Biện pháp chắc chắn nhất là sử dụng lõi bổ sung trong cùng một cáp (hoặc cùng đường cáp). Điều này giảm được cảm kháng và do đó giảm tổng trở mạch vòng sự cố.

(2) Dây PEN là dây trung tính. Do đó trong dây này có thể lúc nào cũng có dòng chạy qua (cả khi không có sự cố chạm đất). Do vậy dây dẫn cách điện nên được sử dụng cho dây PEN.

(3) Nhà chế tạo sẽ cung cấp các giá trị R và X cần thiết (pha/PE hoặc pha/PEN) để tính dòng ngắn mạch chạm đất.

(4) Có thể dùng (nhưng không đề nghị dùng) vì tổng trở của mạch vòng sự cố chạm đất có thể không được biết trước ở giai đoạn thiết kế . Đo lường trên hệ thống đã lắp đặt hoàn tất là biện pháp thực tế duy nhất để đảm bảo bảo vệ cho người.

(5) Cần cho phép kết nối với các PE khác. Những phần tử này cần được ký hiệu bằng các sọc xanh/vàng, 15 đến 100 mm chiều dài (hoặc các chữ cái ký hiệu PE được bắt đầu ở khoảng cách nhỏ hơn 15 cm từ mỗi đầu).

(6) Các phần tử này được sử dụng có kèm các biện pháp khác được đưa ra để đảm bảo tính liên tục của bảo vệ.

(7) Với sự thỏa thuận của cơ quan cấp nước.

(8) Trong đường dẫn điện lắp ghép trong ống, các vỏ kim loại được dùng như dây PEN, song song với thanh dẫn tương ứng hoặc với các dây PE khác có trong vỏ.

6.2 Kích cỡ của dây

Bảng H1-60 được dựa trên tiêu chuẩn của Pháp NF C15-100 cho lưới hạ áp. Bảng này cho 2 phương pháp tính tiết diện của PE và PEN cũng như dây nối tới cực nối đất. Hai phương pháp đó là:

Đẳng nhiệt (tương thích với phương pháp mô tả ở IEC 742).

Phương pháp này, trong khi rất kinh tế và đảm bảo bảo vệ dây khỏi quá nhiệt, sẽ cho ra tiết diện nhỏ hơn so với dây pha. Kết quả này đôi khi không tương hợp với dạng IT hay TN (khi yêu cầu cần có tổng trở mạch vòng sự cố bé nhất) để đảm bảo tác động mạch bảo vệ quá dòng tức thời. Phương pháp này được dùng trên thực tế cho sơ đồ TT và định cỡ dây nối đất (*).

(*) điện cực nối đất.

C.H1

Phương pháp đơn giản

Phương pháp này có liên quan tới kích cỡ dây pha với giả sử là cùng sử dụng một loại vật liệu

Trong bảng H1-60:

$S_{ph} \leq 16\ mm^2$ $\quad S_{PE} = S_{ph}$

$16 < S_{ph} \leq 35\ mm^2$ $\quad S_{PE} = 16\ mm^2$

$S_{ph} > 35\ mm^2$ $\quad S_{PE} = S_{ph}/2$

Lưu ý: trong khi ở sơ đồ TT, các điện cực nối đất nằm ngoài vùng ảnh hưởng của nối đất nguồn, tiết diện của PE có thể giảm tới 25mm^2 (cho đồng) hoặc 35 mm^2 (cho nhôm).

Dây trung tính không được sử dụng như dây PEN ngoại trừ khi tiết diện của nó bằng hoặc lớn hơn 10 mm^2 (Cu) hoặc 16 mm^2 (Al).

Hơn thế nữa, dây PEN không được phép sử dụng cho cáp di động. Bởi vì dây PEN có chức năng của dây trung tính, tiết diện của nó trong bất kỳ trường hợp nào cũng không được nhỏ hơn giá trị cần thiết của dây trung tính (được trình bày ở mục 7.1 của chương này). Tiết diện này không được nhỏ hơn tiết diện của một trong các dây pha, ngoại trừ khi:

- số kVA của tải một pha nhỏ hơn 10% của tổng kVA, và
- I_{max} đi qua dây trung tính trong trường hợp bình thường sẽ phải nhỏ hơn dòng cho phép của dây đã chọn.

Hơn thế nữa, việc bảo vệ dây trung tính cần được thực thi bằng các thiết bị bảo vệ của dây pha (mục 7.2 của chương này).

Bảng H1-60. Tiết diện nhỏ nhất của PE và dây nối đất

Tiết diện dây pha S_{ph} (mm^2) (c.s.a)			Tiết diện dây PE	Tiết diện dây PEN	Tiết diện dây nối đất giữa cực nối đất của mạng và đầu nối đất chính
	Cu	Al			
Phương pháp đơn giản hóa	≤16	≤16	$S_{PE} = S_{ph}$ (1)	$S_{PEN} = S_{ph}$ với tiết diện dây nhỏ nhất 10mm² (Cu) và 16mm² (Al)	- Khi có bảo vệ cơ: $S_{PE} = \frac{I\sqrt{t}}{k}$ (2)
		25	$S_{PE} = 16mm^2$		
	25, 35	35		$S_{PEN} = Sph/2$ tới Sph (3) với tiết diện nhỏ nhất 10mm² (Cu) và 25mm² (Al)	- Khi không có bảo vệ cơ song có bảo vệ chống ăn mòn nhờ vỏ. Tiết diện nhỏ nhất 16mm² cho Cu hoặc thép mạ
	>35	>35	$S_{PE} = S_{ph}/2$		
Phương pháp đẳng nhiệt	Bất kỳ kích cỡ nào		$S_{PE} = \frac{I\sqrt{t}}{k}$ (1) (2)		- Không có cả hai bảo vệ trên: tiết diện bé nhất 25mm² (Cu) và 50mm² cho thép mạ

(1) khi dây PE nằm xa dây pha, các giá trị min cần được tuân thủ nghiêm ngặt:

2,5 mm^2 nếu PE có được bảo vệ cơ

4 mm^2 nếu PE không được bảo vệ cơ

(2) xem bảng H1-55 để sử dụng công thức này

(3) Tương ứng với các điều kiện được mô tả ở phần giới thiệu của bảng này.

Các giá trị của k trong công thức (2)

Các giá trị này tương tự nhau trong một vài tiêu chuẩn quốc gia và ảnh hưởng của nhiệt độ, nhiệt độ giới hạn cùng với giá trị k cho từng lớp cách điện được cho trong IEC 724 (1984).

Các số liệu trong bảng H1-61 thường được sử dụng cho lưới hạ áp.

Bảng H1-61. Giá trị k cho dây PE hạ áp trong các tiêu chuẩn và IEC 724

Giá trị k	Vỏ bọc cách điện	
	polyvinychrorid (PVC)	XLPE–Ethylene-propylene cao su (EPR)
Nhiệt độ cuối cùng (^0C)	160	250
Dây bọc không đặt chung với cáp Hoặc dây trần tiếp xúc với vỏ cáp	Nhiệt độ ban đầu $\theta = 30^0C$	Nhiệt độ ban đầu $\theta = 30^0C$
Đồng	143	176
Nhôm	95	116
Thép	52	64
Dây dẫn trong cáp nhiều lõi	Nhiệt độ ban đầu $\theta = 30^0C$	Nhiệt độ ban đầu $\theta = 30^0C$
Đồng	115	143
Nhôm	76	94

C.H1

6.3 Dây bảo vệ giữa máy biến áp phân phối và tủ phân phối chính (MGDB)

Những dây này cần có kích cỡ phù hợp với thực tế quốc gia

Các pha và dây trung tính phía trước CB tổng của MGDB được bảo vệ bằng các thiết bị của phía sơ cấp của biến áp. Các dây dẫn (kể cả PE) đều phải có tiết diện thích hợp. Chọn tiết diện của dây pha và dây trung tính xuất phát từ biến áp được mô tả trong ví dụ của mục 1.6 chương này(cho mạch C1 của hệ thống được cho trong hình H1-8).

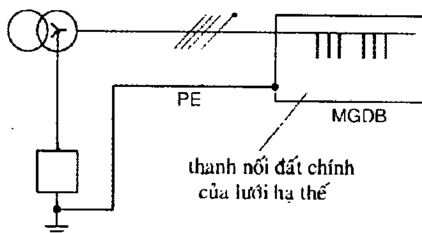
Kích cỡ của dây PE trần hoặc bọc đi từ điểm trung tính của máy biến áp trên hình H1-62 được cho trong bảng H1-63. Công suất định mức kVA là tổng của các máy biến áp có liên kết với MGDB.

Trong bảng chỉ ra tiết diện của dây (mm²) tương ứng với:

- công suất định mức của máy biến áp (kVA);

- thời gian cắt sự cố của bảo vệ sơ cấp (giây);

- dạng của cách điện và vật liệu dây dẫn.



Hình H1-62.

Nếu phía sơ cấp bảo vệ bằng cầu chì, sẽ sử dụng cột 0,2 giây.

Trong sơ đồ IT, nếu có đặt bảo vệ quá áp (giữa điểm trung tính của biến áp và đất) thì các dây dẫn tới thiết bị bảo vệ quá áp cũng được lựa chọn kích cỡ như cách lựa chọn dây PE.

Bảng H1-63. Tiết diện dây PE từ máy biến áp phân phối tới MGĐB phụ thuộc vào công suất định mức và thời gian cắt ngắn mạch theo tiêu chuẩn của Pháp

S (kVA)		Vật liệu dây	Dây trần			Bọc PVC			Bọc XLPE		
Điện áp thấp		Đồng t(s)	0,2s	0,5s	-	0,2s	0,5s	-	0,2s	0,5s	-
127/220V	230/400V	Nhôm t(s)		0,2s	0,5s		0,2s	0,5s	-	0,2s	0,5s
≤63	≤100	Tiết diện của PE	25	25	25	25	25	25	25	25	25
100	160		25	25	35	25	25	50	25	25	35
125	200	SPE (mm^2)	25	35	50	25	35	50	25	25	50
160	250		25	35	70	35	50	70	25	35	50
200	315		35	50	70	35	50	95	35	50	70
250	400		50	70	95	50	70	95	35	50	95
315	500		50	70	120	70	95	120	50	70	95
400	630		70	95	150	70	95	150	70	95	120
500	800		70	120	150	95	120	185	70	95	150
630	1000		95	120	185	95	120	185	70	120	150
800	1250		95	150	185	120	150	240	95	120	185

6.4 Dây đẳng thế

Dây đẳng thế chính

Dây này nói chung, cần có tiết diện ít nhất tương đương với nửa tiết diện lớn nhất của dây PE, song không được vượt quá 25 mm^2 (Cu) hoặc 35 mm^2 (Al) trong khi giá trị nhỏ nhất của tiết diện là 6 mm^2 (Cu) hoặc 10 mm^2 (Al).

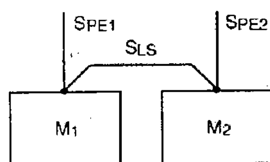
Dây đẳng thế bổ sung

Dây này cho phép phần vỏ thiết bị cách xa dây đẳng thế chính (PE) gần nhất được nối với dây bảo vệ địa phương. Tiết diện của nó ít nhất phải bằng nửa dây bảo vệ mà nó nối tới. Nếu nó nối 2 phần vỏ với nhau (M_1 và M_2 trên hình H1-64) thì tiết diện của nó ít nhất phải bằng tiết diện nhỏ nhất trong 2 dây PE (cho M_1 và M_2). Dây đẳng thế không đặt trong cáp cần được bảo vệ cơ bằng ống dây, máng v.v... Một ưu điểm của dùng dây đẳng thế bổ sung là nó làm giảm tổng trở của mạch vòng chạm đất, đặc biệt cho sơ đồ TN và IT, và ở các nơi có nguy hiểm cao về điện (IEC 364-4-41).

C.H1

- Giữa hai phần vỏ nếu $S_{PE1} \le S_{PE2}$

$S_{LS} = S_{PE1}$

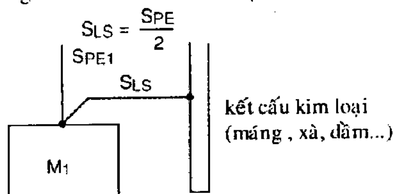


Hình H1-64. Dây đẳng thế bổ sung.

(*) Với tiết diện nhỏ nhất 2,5 mm^2 cho dây có bảo vệ cơ, 4 mm^2 cho dây không được bảo vệ cơ.

- giữa vỏ và kết cấu kim loại

$S_{LS} = \frac{S_{PE}}{2}$



7. DÂY TRUNG TÍNH

Tiết diện và các bảo vệ cho dây trung tính ngoại trừ yêu cầu mang tải, còn phụ thuộc vào các yếu tố như:

- dạng của sơ đồ nối đất, TT, TN, v.v..;
- phương pháp bảo vệ chống chạm điện gián tiếp.

7.1 Tiết diện dây trung tính

Ảnh hưởng của sơ đồ nối đất

Sơ đồ TT, TN-S và IT

Các mạch một pha có tiết diện ≤ 16 mm^2 (Cu) hoặc 25 mm^2 (Al): tiết diện của dây trung tính cần bằng với dây pha.

Hệ thống 3 pha với tiết diện dây >16 mm^2 (Cu) hoặc 25mm^2 (Al): tiết diện dây trung tính cần chọn:

+ bằng với dây pha hoặc

+ nhỏ hơn với điều kiện là:

- dòng chạy trong dây trung tính trong điều kiện làm việc bình thường nhỏ hơn giá trị cho phép I_Z. Ảnh hưởng của hài bội của 3 cần đặc biệt chú ý được nêu ở chương F, mục 2.2, hoặc
- công suất tải 1 pha nhỏ hơn 10% so với tải 3 pha cân bằng, hoặc
- dây trung tính có bảo vệ chống ngắn mạch thích ứng với mục 7.2.

Sơ đồ TN-C

Các điều kiện như trên cũng được áp dụng (về mặt lý thuyết). Tuy nhiên trên thực tế, dây trung tính không được hở mạch trong bất kỳ tình trạng nào vì nó cũng là dây bảo vệ (xem bảng H1-60).

Sơ đồ IT

Nói chung không nên có dây trung tính.

Khi đặt mạng 3 pha 4 dây là cần thiết, thì các điều kiện được nêu ở trên cho sơ đồ TT và TN-S là áp dụng được.

7.2 Bảo vệ dây trung tính

Bảng H1-65 tóm tắt các trường hợp có thể có. Bảng này được dựa trên cơ sở tiêu chuẩn của Pháp (NF C 15-100). Các điều sau cần được chú ý khi sử dụng bảng này.

Cách ly mạch

Cần lưu ý rằng mỗi mạch cần có các phương tiện để cách ly.

CB

Bảng H1-65 được dựa trên các CB. Các CB này sẽ mở các cực, bao gồm cả cực trung tính. Bảng này có thể sử dụng cho cả cầu chì. Thao tác sẽ được thực thi qua cầu chì bằng cách gián tiếp, khi mà tác động của cầu chì sẽ tạo ra tác động cơ của các cực trong các cầu dao phụ tải mắc nối tiếp có liên quan.

Thao tác sinh ra nhờ bộ phận truyền động do nổ cầu chì. Sự đóng lại của cầu dao xảy ra khi ống chì được thay mới.

Bảo vệ chống điện giật

Bảng H1-65 có lưu ý tới bảo vệ chống điện giật nhờ các RCD 300 mA (sơ đồ TT) hoặc CB (sơ đồ IT hoặc TN).

Bảng H1-65. Bảng sơ đồ bảo vệ dây trung tính trong các sơ đồ nối đất khác nhau

	Sơ đồ nối đất			
	TT	TN-C	TN-S	IT
Bảo vệ chống chạm điện gián tiếp	Nhờ RCD	CB hoặc cầu chì: I_a (cầu chì) và I_m (CB) < I_{sc} (min)	Tùy thuộc vào cách lựa chọn bảo vệ	CB (cầu chì) và 1 RCD ở mỗi nhóm thiết bị nối vào điện cực nối đất (xem hình G20)
Mạch được bảo vệ				
1 pha P-N pha / trung tính				(C)
1 pha 2P pha / pha	(A)		(A)	
3 pha 3P 3 dây				
3 pha 3P-N 4 dây $S_n = S_{ph}$ S_n - tiết diện dây trung tính S_{ph} - tiết diện dây pha				(C)
3P-N $S_n < S_{ph}$	[illegible]		(B)	(C)

Ký hiệu của thiết bị bảo vệ quá dòng và ngắn mạch:



(A) - Dùng cho sơ đồ TT và TN nếu RCD đặt ở đầu mạch hoặc phía trước thiết bị bảo vệ và nếu không có dây trung tính nhân tạo phía sau của nó.

(B) - Dùng cho TT và TN nếu dây trung tính có bảo vệ chống ngắn mạch nhờ bố trí bảo vệ cho dây pha, và nếu dòng làm việc bình thường là rất bé so với dòng lớn nhất cho phép của dây trung tính.

(C) - Dùng cho IT trong vài điều kiện như: nếu CB đặt cho một số mạch cụt tương tự nhau có chênh lệch dòng định mức không quá 2 và chúng được bảo vệ chống lại sự cố điểm thứ nhì xảy ra trong lưới bằng RCD với độ nhạy ≤ 15% độ nhạy được chỉnh định ở mạch cụt có tiết diện nhỏ nhất.

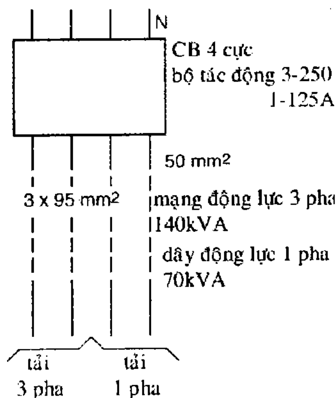
Xem ví dụ 2 cho CB5.

Ví dụ

Ví dụ 1 (hình H1-66)

Lưới 3 pha 4 dây với tiết diện dây pha 95 mm^2 (Cu) và dây trung tính 50 mm^2 (Cu). Sơ đồ dạng TT có lắp đặt RCD phía trước.

Tải 1 pha là 70 kVA, tải 3 pha là 140 kVA. Như vậy là tải 1 pha > 10 % của tải 3 pha. Tuy nhiên có thể sử dụng dây trung tính tiết diện bé hơn nếu như nó được bảo vệ đúng. CB được dùng là 4 cực, dòng danh định là 250 A với 3 bộ



Hình H1-66. Ví dụ 1.

C.H_1

tác động ở dòng 250 A và 1 bộ tác động ở dòng 125 A. Tác động của 1 trong các bộ này sẽ tác động 4 cực của CB.

Ví dụ 2 (hình H1-67)

Cho sơ đồ dạng IT với dây trung tính. Sơ đồ này không nên áp dụng cho các lưới điện tầm cỡ vừa hoặc nhỏ, tuy nhiên nó lại cho 2 hệ thống điện áp: 230 V và 400 V. Một biến áp hạ/ hạ được lắp vào để cung cấp 2 cấp điện áp và khi đó dây trung tính có thể được nối đất.

CB 1, 2, 3

Như ở ví dụ 1, lưới được bảo vệ và có tiết diện dây trung tính bằng 50 % tiết diện dây pha. CB sẽ có 4 cực với các tác động tương tự như ở ví dụ 1.

CB5

Tương ứng với bảng H1-35 dạng C cho CB điều khiển và nối trực tiếp vào thanh góp nuôi một số nhánh cụt tương tự nhau (được bảo vệ bằng CB 2 cực, 1 pha và trung tính).

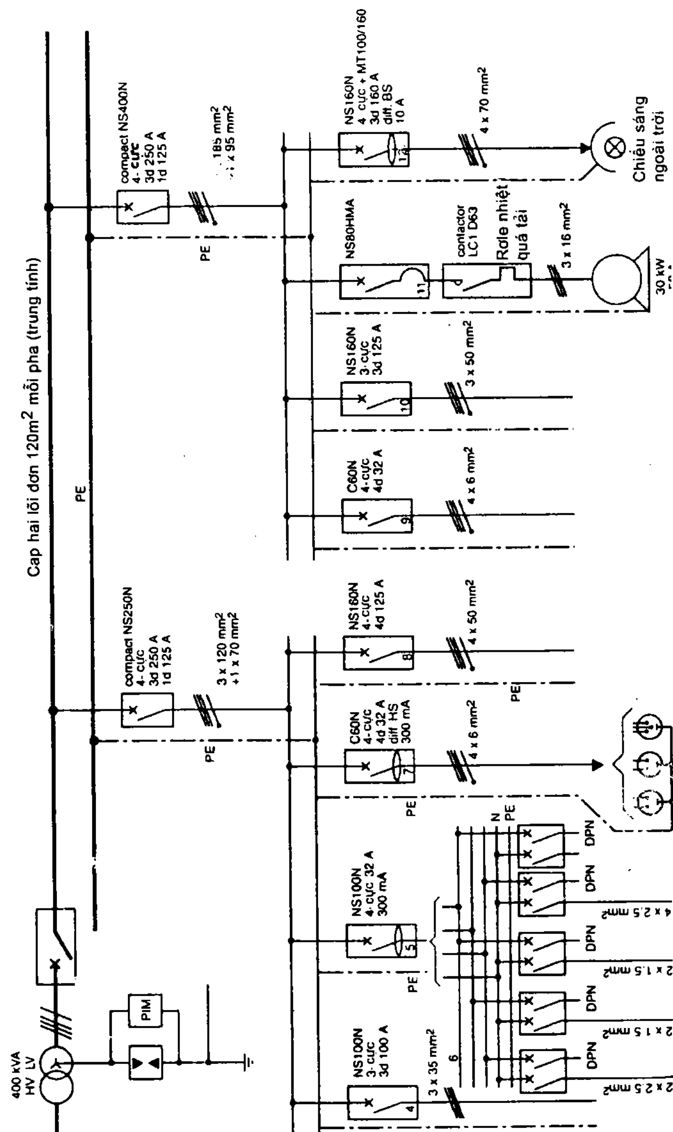
Bộ tác động quá dòng sẽ được lắp đặt trong các CB trên các nhánh ra, còn CB 4 cực (số 5) được lắp trên lộ vào sẽ có RcD (300 mA) và có lõi từ dùng cho cả 4 dây.

CB số 12 nuôi đường dây chiếu sáng dài với dây trung tính và dây pha có cùng tiết diện. Một CB 4 cực có 3 bộ tác động sẽ là thích hợp.

Ví dụ 3(hình H1-68)

Sơ đồ dạng TN - C / TN - S

CB 3 cực dùng cho 1,2,3,7 vì không có máy cắt nào được mắc vào dây PEN. Tổng tải 1 pha nhỏ hơn 10% tổng tải 3 pha nên tiết diện của dây PEN đi từ nguồn (mạch 1) bằng nửa dây pha. Bảo vệ chống chạm điện gián tiếp cho mạch này được thực thi bằng CB 1 nếu chiều dài của mạch nhỏ hơn L_{max} (chương G, mục 5.2).



Hình H1-67. Ví dụ 2:

3d-3 bộ tác động; diff.HS-tác động so lệch độ nhạy cao; HV-trung áp;

4d- 4 bộ tác động; diff.BS-tác động so lệch độ nhạy thấp; LV-hạ áp.

Đối với CB 630 A, chỉnh định dòng tác động là 4 I_n thì:

$$L_{max} = \frac{0,8x230x240x10^3}{22,5x(1,25+2)xI_a}$$

Hệ số 1,25 ở mẫu số là trị số tăng của điện trở cho tiết diện 240 mm^2 khi:

I_a = 630 x 4 x 1,15 (hệ số 1,15 cho phép đảm bảo cho các phần tử của mạch từ tác động quanh giá trị đặt của nó ±15%,) nghĩa là trong trường hợp xấu nhất đòi hỏi L_{max} bé hơn:

$$L_{max} = 208 \text{ m}$$

Phân đoạn có sơ đồ TN-S (PE và dây trung tính là tách biệt tại điểm đầu nguồn).

CB 4

Tiết diện dây trung tính bằng dây pha nên bộ tác động cho dòng ở dây trung tính là không cần thiết. Một CB 4 cực với 3 bộ tác động sẽ là thích hợp.

CB 5

Tiết diện dây trung tính bằng nửa dây pha. Một CB 4 cực với 3 bộ tác động (với dòng 160A) và 1 bộ tác động (với dòng 80A) là cần thiết.

CB 6

Bảo vệ các ổ cắm ngoài sẽ đòi hỏi bảo vệ RCD có độ nhạy cao (30m A).

CB và côngtăctơ 8

Điều này cho phép bảo vệ chống ngắn mạch và quá tải (rơle nhiệt của côngtăctơ cần thích ứng với đặc tính của động cơ). CB không có bộ tác động nhiệt còn côngtăctơ thì có 3 bộ tác động.

CB 9

Dùng để bảo vệ mạch chiếu sáng dài và bởi vì dây pha và trung tính có cùng tiết diện nên sẽ dùng CB 4 cực và có 3 bộ tác động cho 3 pha.



Hình H1-68. Ví dụ 3:

HT - trung áp; BT - hạ áp

1 - visucompact C630N, 3 cực, 3 bộ tác động D500; 2 - compact C250N, 3 cực, 3 bộ tác động; 3 - compact C250N, 3 cực, 3 bộ tác động; 4 - C161N, 4 cực, 3 bộ tác động 125A; 5 - C161N, 4 cực, 3 bộ tác động 160A, 1 bộ 80A; 6 - C60N, 4 cực, 4 bộ tác động 32A, so lệch HS 30mA; 7 - C60N, 3 cực, 3 bộ tác động 32A; 8 - C101H; 9- C161N, 4 cực+Telec 161, 3 bộ tác động 160A, vigi; 10 - chiếu sáng bên ngoài.

PHẦN H2 THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT

1. CÁC CHỨC NĂNG CƠ BẢN CỦA THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT HẠ ÁP

Vai trò của thiết bị đóng cắt là:

- *bảo vệ điện;*
- *cách ly an toàn;*
- *đóng cắt tại chỗ hoặc từ xa.*

Tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế quy định cách thiết kế mạng phân phối điện hạ áp cũng như quy định vai trò của các thiết bị đóng cắt các loại. Ba chức năng chủ yếu của chúng là: bảo vệ lưới, cách ly và điều khiển đóng cắt tại chỗ hay từ xa.

Các chức năng chính được liệt kê trong bảng H2-1

Bảng H2-1. Các chức năng cơ bản của thiết bị đóng cắt hạ thế

Bảo vệ điện chống:	Cách ly:	Điều khiển:
- dòng quá tải - dòng ngắn mạch - hư hỏng cách điện	- cách ly được hiển thị rõ bằng chỉ thị cơ có độ tin cậy cao - khoảng cách hay vật chắn cách điện giữa các tiếp điểm, thấy được	- đóng cắt làm việc - cắt khẩn cấp - dừng khẩn cấp - cắt vì lý do bảo dưỡng cơ

C.H2

Thiết bị bảo vệ điện hạ áp thường nằm trong máy cắt (CB) (trừ cầu chì) gồm thiết bị hoạt động theo cơ chế từ, nhiệt /hay bộ cắt dòng rò.

Ngoài những chức năng được đề cập trong bảng H2.1, các chức năng khác là:

- bảo vệ chống quá áp;

- bảo vệ chống áp thấp, được đảm bảo bằng các thiết bị đặc biệt (chống sét, các role kết hợp với: côngtăctơ, máy cắt điều khiển từ xa, máy cắt/dao cách ly, v.v...).

1.1. Bảo vệ điện

Nhiệm vụ của nó là tránh hoặc hạn chế hậu quả nguy hiểm hoặc gây phá hỏng của sự cố quá dòng, quá tải, sự cố hỏng cách điện, và cách ly phần hư hỏng ra khỏi lưới.

Phân biệt các loại bảo vệ: bảo vệ thiết bị của lưới điện (cáp, dây, máy cắt, v.v...), người và vật, thiết bị và máy móc được cấp điện từ lưới.

Bảo vệ mạch (xem phần H1):

- chống quá tải xảy ra trong một lưới bình thường;

- chống dòng ngắn mạch, hậu quả của hư hỏng cách điện trong một mạch điện giữa các dây dẫn điện khác pha (trong hệ thống TN) hay giữa pha và trung tính (hay PE).

Các bảo vệ này, nói chung được đảm bảo bằng các CB hoặc bằng cầu chì đặt tại tủ phân phối nơi xuất phát các mạch cuối.

Một vài trường hợp ngoại lệ cho phép được quy định trong một số tiêu chuẩn quốc gia và được tóm tắt trong phần H1 mục 1-4.

Bảo vệ người chống sự cố do hư hỏng cách điện (xem chương G)

Tùy theo sơ đồ nối đất và đặc tính của mạch, sự bảo vệ được thực hiện bằng CB, cầu chì, RCD hoặc thiết bị kiểm tra thường xuyên độ cách điện.

Bảo vệ động cơ điện

Bảo vệ này nhằm chống nguy cơ phát nóng kéo dài, ví dụ như quá tải kéo dài, rotor bị kẹt hoặc vận hành một pha (mất pha) (xem J.5).

Các rơle nhiệt được thiết kế đặc biệt, phù hợp với các đặc tuyến riêng của các động cơ và làm nhiệm vụ bảo vệ quá tải. Việc bảo vệ chống ngắn mạch được đảm bảo bởi cầu chì aM hoặc bằng CB không có tác động nhiệt.

1.2. Cách ly

Mục đích là tách rời và cách ly một mạch điện hoặc một thiết bị khỏi lưới điện còn lại, nhằm đảm bảo an toàn cho người tiến hành sửa chữa phần đã được cách ly.

Tiêu chuẩn quy định là tất cả các mạch điện của một lưới hạ thế đều có thể cách ly được. Trong thực tế, nhằm đảm bảo sự liên tục và phục vụ tối ưu, người ta thường đặt một thiết bị cách ly ở đầu mỗi mạch.

Các yêu cầu đối với một thiết bị cách ly:

+ phải cắt tất cả các ph. và dây trung tính (ngoại trừ khi có dây PEN).

+ khi cắt phải được chốt hoặc khóa ở trạng thái "mở" để tránh tất cả các khả năng đóng lại ngoài dự kiến;

C.H2

+ việc cắt phải phù hợp với các tiêu chuẩn quốc gia hoặc quốc tế, đảm bảo khả năng cách ly của nó (ví dụ như IEC947-3): khoảng cách giữa hai tiếp điểm, khả năng chịu quá áp, cũng như: kiểm tra sự mở các tiếp điểm, có thể bằng các hình thức:

- sự mở tiếp điểm (thấy bằng mắt). Một số tiêu chuẩn quốc gia còn đưa ra điều kiện này đối với thiết bị cách ly đặt ở đầu mạng hạ thế được cấp nguồn từ trạm biến áp trung/hạ riêng;
- hoặc sự mở tiếp điểm dạng cơ dính với khớp của bộ phận tác động của thiết bị. Trong trường hợp này, khi tiếp điểm bị dính

ở vị trí đóng, cần phải đảm bảo bộ phận chỉ thị không được báo là nó ở trạng thái mở;

- đo các dòng rò. Khi thiết bị đang mở, kiểm tra các giá trị dòng rò giữa các tiếp điểm mở phải nhỏ hơn:

  . 0,5 mA đối với thiết bị mới và

  . 6 mA ở giai đoạn hết tuổi thọ.

+ khả năng chịu quá áp của tiếp điểm mở. Cần kiểm tra khả năng chịu điện áp xung bằng cách thử xung áp 1,2/50 μs có giá trị 5,8 hoặc 10 kV tùy theo điện áp làm việc (xem bảng H2-2). Thiết bị phải chịu được giá trị điện áp này khi làm việc đến độ cao 2000 m. Như vậy, nếu thử nghiệm được thực hiện ở mức mặt nước biển, các giá trị này cần phải tăng thêm 23% để tính đến ảnh hưởng của cao độ (bảng F12). Xem IEC947 và ghi chú trước bảng F-10.

Bảng H2-2. **Giá trị đỉnh xung áp theo điện áp làm việc của mẫu thử**

Điện áp làm việc (V)	Xung áp chịu đựng (đỉnh) (kV)
230/400	5 kV
400/690	8 kV
1000	10 kV

Các thiết bị đóng cắt công nghiệp có khả năng tạo cách ly khi ở trạng thái mở được ký hiệu trên mặt trước bằng ký hiệu —|/—, hoặc có thể kết hợp với các ký hiệu phản ánh chức năng khác của thiết bị.



Hình H2-3. Ký hiệu dao cách ly, hay còn gọi là cầu dao.



Dao ngắt (IEC617-7, IEC947-3, còn gọi là cầu dao phụ tải cách ly



CB có chức năng cách ly

Hình H2-4. Ký hiệu chức năng cách ly kết hợp với các chức năng khác.

Lưu ý: ở đây dao ngắt hay dao cách ly có cùng nghĩa.

1.3. Điều khiển thiết bị đóng cắt

Chức năng điều khiển cho phép người sử dụng can thiệp có mục đích vào sự vận hành của hệ thống có tải và tập hợp theo nhóm:

- điều khiển vận hành (đóng cắt bình thường v.v...);

- đóng cắt hoặc dừng khẩn cấp;

- cắt do lý do bảo dưỡng.

Thông thường người ta dùng thuật ngữ "điều khiển" cho tất cả các chức năng cho phép người can thiệp có chủ ý ở các điểm khác nhau của lưới điện đang mang tải. Thao tác các thiết bị đóng cắt là phần quan trọng của điều khiển hệ thống.

C.H2

Điều khiển vận hành

Nhằm mục đích đảm bảo vận hành bình thường khi "đóng" hoặc "cắt" điện tất cả hoặc một phần của hệ thống hoặc thiết bị sử dụng hoặc một hạng mục trong nhà máy.

Một thiết bị đảm bảo chức năng này phải được đặt ít nhất:

- ở đầu lưới điện;

- ở mạch tải cuối (cụt) (một thiết bị điều khiển duy nhất có thể cắt đóng điện cho nhiều tải).

Mặt khác, để đạt được tính linh hoạt tối đa trong khai thác và tính liên tục vận hành khi chức năng điều khiển và bảo vệ được thực hiện bởi cùng một thiết bị (CB hay cầu dao - cầu chì), nên đặt thiết bị đóng cắt cho mỗi mức của lưới phân phối, có nghĩa là tại các lộ ra của tủ phân phối và tủ phân phối phụ.

Thao tác có thể là:

- hoặc bằng tay (bằng tác động lên cần gạt của thiết bị);

- hoặc bằng điện, nhấn vào nút nhấn hoặc ở vị trí điều khiển từ xa (cắt - đóng điện trở lại).

Các thiết bị tương ứng sẽ thao tác tức thời.

Các thiết bị có đồng thời chức năng bảo vệ thường cắt đồng cực (mỗi pha một tiếp điểm và nếu cần trung tính với một tiếp điểm). CB tổng của toàn lưới cũng như các thiết bị đảm bảo chuyển đổi nguồn phải được cắt đồng cực.

Đóng cắt khẩn cấp - dừng khẩn cấp

Đóng cắt khẩn cấp nhằm mục đích ngắt điện một thiết bị hoặc một mạch điện trở nên nguy hiểm nếu vẫn còn dẫn điện (điện giật, cháy). Dừng khẩn cấp cũng là sự cắt khẩn, dùng để ngừng một chuyển động bắt đầu trở nên nguy hiểm. Trong cả hai trường hợp:

- cơ cấu hoặc bộ phận thao tác (tại chỗ hoặc từ xa) như điều khiển kiểu nút dừng khẩn hình nấm đỏ, cần phải được nhận biết một cách dễ dàng, tiếp cận nhanh chóng và nằm gần vị trí dễ xảy ra nguy hiểm ;

- cắt tất cả các dây dẫn mang điện (1) (2) chỉ trong một thao tác duy nhất (hoặc cắt tức thì) và đang có tải;

(1) nói đến động cơ bị kẹt

(2) trong sơ đồ TN dây PEN không bao giờ được hở vì nó vừa là dây bảo vệ nối đất vừa là trung tính.

- được phép đặt các nút cắt khẩn dưới lớp kính bảo vệ, nhưng trong các hệ thống thiết bị không có người trực, việc đóng điện trở lại chỉ có thể được thực hiện bằng chìa khóa do người có trách nhiệm giữ.

Cần chú thích là trong một vài trường hợp, sự hãm khẩn cấp đòi hỏi đưa vào sử dụng một hệ thống hãm. Do đó cần có nguồn phụ cung cấp cho nó cho đến khi dừng máy hoàn toàn.

Cắt vì lý do bảo dưỡng cơ học

Chức năng này nhằm đảm bảo việc dừng và duy trì trạng thái dừng của máy móc truyền động trong khi có các bảo trì cơ học. Thông thường nó được thực hiện nhờ một thiết bị đóng cắt vận hành và một khóa an toàn với biển báo tại cơ cấu đóng cắt.

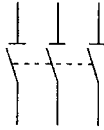
2. THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT VÀ CẦU CHÌ

2.1. Các thiết bị đóng cắt cơ bản

Dao cách ly

Đó là thiết bị điều khiển bằng tay, có thể khóa và có hai vị trí (mở/đóng). Thiết bị đảm bảo chức năng cách ly. Các đặc tính của thiết bị được quy định trong tiêu chuẩn IEC 947-3. Thiết bị không có khả năng đóng cắt có dòng (*). Tuy nhiên nó có thể chịu được dòng ngắn mạch xảy ra trong một khoảng thời gian ngắn; thường trong 1 s, trừ khi có thỏa thuận riêng giữa người sử dụng và nhà sản xuất. Nó còn chịu được các dòng thông thường như dòng khởi động động cơ. Thiết bị cũng thỏa mãn các yêu cầu về độ bền cơ học, quá áp, thử nghiệm dòng rò.

(*) có nghĩa là dao cách ly hạ thế là thiết bị đóng cắt không tải khi không có áp ở một đầu, đặc biệt khi đóng, do có thể xảy ra ngắn mạch ở phần mạch phía sau. Thường dùng với liên động CB hay dao cắt phía trước nó.



Hình H2-5. Ký hiệu của một dao cách ly.

Cầu dao phụ tải (dao cắt tải)

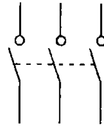
Đó là thiết bị điều khiển thường bằng tay (có thể ngắt bằng điện cho thuận tiện thao tác), không tự động, có hai vị trí (đóng /mở).

Nó dùng để cắt và đóng mạch điện đang vận hành bình thường. Thiết bị loại này không có chức năng bảo vệ. Tiêu chuẩn IEC 947-3 xác định:

- tần số thao tác (tối đa 600 lần đóng-mở /giờ);

- độ bền cơ và điện (thường thấp hơn côngtăctơ);

- khả năng cắt và tạo dòng khi vận hành bình thường và tình trạng bất thường.



Hình H2-6. Ký hiệu của một cầu dao phụ tải.

Khi dùng cầu dao đóng điện có thể có ngắn mạch trong mạch. Vì lý do này cầu dao phụ tải được thiết kế chịu được dòng ngắn mạch định mức và lực điện động của nó. Các cầu dao như vậy thường được gọi là cầu dao phụ tải "tạo sự cố".

Các thiết bị bảo vệ phía trước sẽ chịu trách nhiệm bảo vệ ngắn mạch

Loại AC-23 bao gồm các đóng cắt thường xuyên của động cơ. Đóng cắt các tụ điện và đèn dây đốt tùy vào thỏa thuận giữa nhà sản xuất và người sử dụng.

Các loại thiết bị trong H2-7 không dùng cho thiết bị khởi động, tăng tốc, dừng các động cơ lẻ. Các thiết bị thuộc loại này sẽ được nêu trong chương J, bảng J5-4.

Bảng H2-7. Phạm vi sử dụng của một thiết bị đóng cắt mạch dòng xoay chiều theo IEC 947-3

Bản chất dòng	Phạm vi sử dụng		Đặc tính ứng dụng
	Thao tác thường xuyên	Thao tác không thường xuyên	
Xoay chiều	AC-20A	AC-20B	không tải (đóng cắt)
	AC-21A	AC-21B	tải dạng điện trở, gồm cả quá tải vừa phải
	AC-22A	AC-22B	tải hỗn hợp (trở và cảm), gồm cả quá tải vừa phải
	AC-23A	AC-23B	tải gồm các động cơ hoặc có tính cảm lớn

Ví dụ:

Một cầu dao phụ tải 100A loại AC-23 (tải cảm) phải có:

- khả năng tạo dòng 10 I_n (1000A) với $\cos\varphi = 0,35$ (trễ);

- khả năng cắt 8 I_n (800A) với $\cos\varphi = 0,35$ (trễ);

- khả năng chịu được dòng ngắn mạch (không nhỏ hơn $12I_n$) trong thời gian 1s. Giá trị $12I_n$ bằng trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều. Giá trị đỉnh (kA) được xác định bằng hệ số "n" chỉ ra trong bảng XVI của IEC 947-phần 1, được trích ra dưới đây.

Bảng H2-8. **Hệ số "n" chuyển giá trị hiệu dụng sang trị đỉnh IEC947-1)**

Dòng thử (A)	Hệ số công suất	Hằng số thời gian (ms)	n
I ≤ 1500	0,95	5	1,41
1500 < I ≤ 3000	0,9	5	1,42
3000 < I ≤ 4500	0,8	5	1,47
4500 < I ≤ 6000	0,7	5	1,53
6000 < I ≤ 10000	0,5	5	1,7
10000 < I ≤ 20000	0,3	10	2,0
20000 < I ≤ 50000	0,25	15	2,1
50000 < I	0,2	15	2,2

Công tắc đôi (đóng cắt từ xa)

Thiết bị hai trạng thái thường dùng cho mạch chiếu sáng. Khi ấn nút (thường điều khiển ở xa) sẽ mở công tắc đóng (hoặc ngược lại đóng một công tắc mở). Một vài kiểu sử dụng điển hình là:

- công tắc hai chiều trên cầu thang của tòa nhà lớn;

- cho chiếu sáng sân khấu;

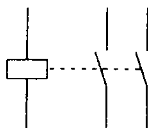
- cho chiếu sáng nhà máy.

Thiết bị loại này có thể được trang bị thêm các linh kiện phụ để thực hiện:

- báo hiệu từ xa về vị trí của các công tắc;

- định thì;

- cho đặc thù của tiếp điểm duy trì.



Hình H2-9. Ký hiệu của một công tắc đơ. ...iêu khiển từ xa.

Côngtăctơ

Đó là thiết bị đóng ngắt điều khiển bằng cuộn dây, tiếp điểm được giữ ở trạng thái đóng nhờ dòng qua cuộn đóng (có thể có nhiều loại chốt cơ cho thích hợp đặc biệt). Côngtăctơ dùng để thực hiện nhiều chu trình đóng mở và thường được điều khiển bằng nút ấn từ xa.

Số lượng chu trình đóng mở lặp lại được quy định theo tiêu chuẩn IEC 947-4-1 (bảng VIII) như:

- thời gian vận hành: làm việc 8 h; liên tục; gián đoạn; ngắn hạn trong 3, 10, 30, 60 và 90 ph;

- loại sử dụng: (định nghĩa: xem bảng J5-4) ví dụ côngtăctơ loại AC3 đảm bảo khởi động và ngừng động cơ lồng sóc;

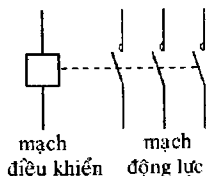
- tần số thao tác khởi động- dừng (1 đến 1200 lần/ h);

- độ bền cơ học (số thao tác không tải);

- độ bền điện (số thao tác có tải);

- khả năng cắt và tạo dòng tùy thuộc phạm vi sử dụng.

Ví dụ: Một côngtăctơ 150 A loại AC3 phải có khả năng cắt tối thiểu $8I_n$ (1200A) và khả năng tạo dòng tối thiểu $10I_n$ (1500A) khi $\cos\varphi = 0,35$ (trễ).



Hình H2-10. Ký hiệu của một côngtăctơ.

Discontactor (*)

Đó là côngtăctơ được trang bị thêm rơle nhiệt nhằm bảo vệ chống quá tải. Côngtăctơ này dùng cho điều khiển ấn nút từ xa các mạch

(*) Thuật ngữ này không có trong IEC nhưng thông dụng ở một số nước.

C.H2

chiếu sáng, v.v... và có thể dùng trong bộ điều khiển động cơ, như nói trong mục 2.2 "Thiết bị đóng cắt tổ hợp". Côngtăctơ này không giống như máy cắt; thực tế khả năng cắt của nó thường giới hạn trong khoảng 8 đến 10 I_n. Thiết bị cần phải được bảo vệ chống ngắn mạch bằng cầu chì hay máy cắt đặt phía trước nó.

Cầu chì

Hai loại cầu chì ống hạ thế thường sử dụng: - *loại dân dụng hoặc tương tự dạng gG;* - *loại công nghiệp dạng gG, gM hoặc aM.*

Chúng có thể có hoặc không có bộ phận báo hiệu cơ học về sự đứt (rơi) cầu chì.

Thực chất đây là thiết bị bảo vệ có nhiệm vụ cắt toàn bộ hoặc một phần mạch điện bằng sự nóng chảy một hay nhiều cầu chì, khi giá trị dòng vượt quá trị số cho trước trong một khoảng thời gian xác định; đặc tuyến I/t được dùng cho mỗi loại cầu chì.

Các tiêu chuẩn quy định cho hai loại cầu chì cắt mạch:

- loại sử dụng trong mạng dân dụng cho phép lắp các ống chì định mức tới 100 A, loại gG (IEC 269-3);

- loại sử dụng trong công nghiệp cho phép lắp các loại ống chì gG (thông dụng) kiểu gM và aM cho mạch động cơ (tiêu chuẩn IEC 269-1 và 2).

Các cầu chì dân dụng và công nghiệp khác nhau về điện áp hay dòng định mức, kéo theo kích cỡ và khả năng cắt.

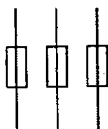
Loại gG dùng để bảo vệ mạch động cơ nếu có đặc tuyến chịu được dòng khởi động của động cơ.

Loại gM mới hơn, được IEC chấp nhận cho bảo vệ động cơ khi khởi động lẫn khi ngắn mạch. Loại cầu chì này phổ biến ở một số nước; hiện tại loại aM kết hợp với rơle nhiệt quá tải là phổ biến nhất.

Loại gM có hai định mức. I_n là dòng định mức của dây chì và vỏ cầu chì. I_{ch} là đặc tuyến I/t như trong bảng II, III, V1 của IEC 269-1. Các định mức này cách nhau một chữ cái chỉ ra loại ứng dụng. Ví dụ như: I_n M I_{ch} là cầu chì bảo vệ động cơ và có đặc tuyến G. I_n tương ứng với dòng liên tục cho bộ cầu chì và I_{ch} tương ứng với đặc tuyến G. Xem thêm chi tiết ở cuối mục 2.1.

Cầu chì loại aM đặc trưng bởi I_n và đặc tuyến I/t như trên hình H2-14.

Lưu ý: một số tiêu chuẩn quốc gia dùng loại gI (công nghiệp), tương tự như gG. Loại gI không được dùng cho lưới dân dụng và các mạng tương tự.



H2-11. Ký hiệu của cầu chì.

C.H2

Vùng nóng chảy- các dòng quy ước

Điều kiện nóng chảy của cầu chì cắt mạch được xác định bằng tiêu chuẩn tùy theo loại của chúng.

Cầu chì loại gG

Các cầu chì loại này cho phép bảo vệ chống quá tải và ngắn mạch. Các dòng quy ước được tiêu chuẩn hóa gồm dòng không nóng chảy và dòng nóng chảy (xem hình H2-12 và bảng H2-13): dòng quy ước không nóng chảy I_{nf} là giá trị dòng mà cầu chì có thể chịu được không bị nóng

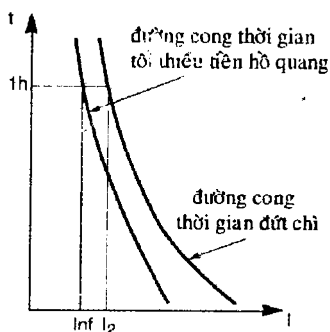
chảy trong một khoảng thời gian quy định. Ví dụ: cầu chì loại 32A chịu được dòng $1,25I_n$ (tức là 40A) không được nóng chảy trong khoảng thời gian nhỏ hơn 1 h (bảng H2-13).

Dòng quy ước nóng chảy I_f (I_2 trong hình H2-12) là giá trị dòng gây ra hiện tượng nóng chảy cầu chì trước khi kết thúc khoảng thời gian quy định. Ví dụ: cầu chì loại 32A khi dòng $1,6I_n$ (tức là 52,1A) đi qua phải nóng chảy trước 1 h hay ít hơn (bảng H2-13).

Các thí nghiệm tiêu chuẩn của IEC 269-1 yêu cầu đặc tuyến cầu chì nằm giữa hai đường cong giới hạn (hình H2-12) cho cầu chì được xét. Điều này có nghĩa là hai cầu chì thỏa mãn thí nghiệm này có thể có thời gian tác động khác nhau ở mức quá tải thấp.

Hai đặc tính này giải thích lý do tại sao các cầu chì không thích hợp cho việc bảo vệ chống quá tải thấp. Do đó cần phải dùng cáp có tiết diện lớn hơn nhằm tránh hậu quả của quá tải kéo dài (trong trường hợp xấu nhất quá tải 60% trong 1 h).

Để so sánh, lấy một máy cắt với định mức tương tự: khi dòng $1,05I_n$ đi qua không được tác động (nhả tiếp điểm) trước thời hạn 1 h; khi dòng $1,25I_n$ đi qua phải tác động trước thời hạn 1 h hay ít hơn (25% quá tải trong 1 h trong trường hợp xấu nhất.).



H2-12. Miền chảy và không chảy của cầu chì loại gG và gM.

Bảng H2-13. Dòng chảy và không chảy của cầu chì

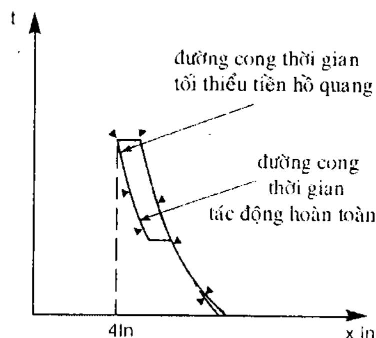
Loại	Dòng định mức (*) I_n A)	Dòng qui ước không chảy	Dòng qui ước chảy	Thời gian qui ước (giờ)
gG	$I_n \leq 4A$	$1,5I_n$	$2,1I_n$	1
gM	$4 < I_n < 16A$	$1,5I_n$	$1,9I_n$	1
	$16 < I_n \leq 63A$	$1,25I_n$	$1,6I_n$	1
	$63 < I_n \leq 160A$	$1,25I_n$	$1,6I_n$	2
	$160 < I_n \leq 400A$	$1,25I_n$	$1,6I_n$	3
	$400 < I_n$	$1,25I_n$	$1,6I_n$	4

(*) I_{ch} cho cầu chì gM

Cầu chì loại aM (sử dụng với động cơ)

Cầu chì aM chỉ bảo vệ chống ngắn mạch và do vậy cần có thiết bị bảo vệ chống quá tải đi kèm.

Cầu chì loại này chỉ đảm bảo bảo vệ chống ngắn mạch và đặc biệt được sử dụng phối hợp với các thiết bị khác (côngtăctơ, máy cắt) nhằm mục đích bảo vệ chống các loại quá tải < $4I_n$. Vì vậy chúng không sử dụng độc lập. Cầu chì aM không được chế tạo để bảo vệ chống quá tải thấp, nên các mức của dòng quy ước chảy hoặc không chảy là không cố định. Đặc tuyến để thí nghiệm các cầu chì này được cho các giá trị từ khoảng $4I_n$ trở đi (hình H2-14), và các cầu chì theo IEC269 được dùng phải có đặc tuyến nằm trong vùng tô mờ.



Hình H2-14. Vùng nóng chảy được tiêu chuẩn hóa của cầu chì aM.

Chú ý: các mũi tên nhỏ trên hình tương ứng với các giá trị ngưỡng I/t của các cầu chì được thử.

Khả năng cắt định mức dòng ngắn mạch

Cầu chì ống hiện đại được đặc trưng bằng khả năng cắt rất nhanh, đặc biệt trong trường hợp dòng ngắn mạch lớn (*) nhờ tốc độ nóng chảy nhanh của cầu chì. Dòng sẽ bị cắt trước khi đạt được giá trị đỉnh của nó, do đó dòng sự cố không bao giờ đạt giá trị đỉnh (xem hình H2-15).

Sự giới hạn dòng làm giảm tác động nhiệt và cơ gây ra bởi ngắn mạch; do đó giảm nguy cơ hư hại ở trạng thái ngắn mạch.

(*) đối với dòng vượt quá mức nào đó, tùy vào mức dòng danh định của cầu chì như được chỉ ra trên hình H2-15.

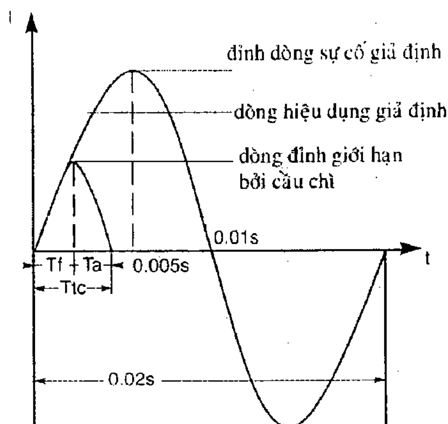
Giá trị dòng cắt ngắn mạch của cầu chì dựa trên giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều trong dòng sự cố.

Không có định mức về dòng ngắn mạch đối với cầu chì.

Lưu ý:

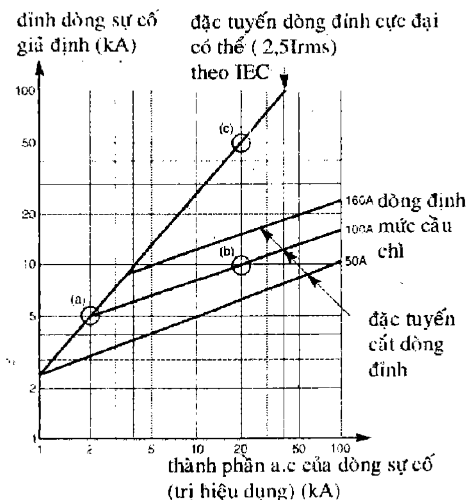
Dòng ngắn mạch có chứa các thành phần một chiều với biên độ và thời gian tùy vào tỷ số X_L/R của mạch vòng sự cố. Ở gần nguồn (máy biến áp phân phối) tỉ số I_{peak}/I_{rms} (I_{rms} – trị hiệu dụng thành phần xoay

chiều), ngay khi có sự cố, có thể bằng 2,5 (qui định IEC, xem hình H2-15A).



H2-15. Dòng giới hạn bởi cầu chì.

T_a - thời gian có hồ quang; T_{tc} - thời gian tổng cắt dòng; T_f - thời gian chảy tiền hồ quang.



Hình H2-15A. Dòng đỉnh giới hạn so với trị hiệu dụng thành phần xoay chiều (a.c) **của** cầu chì hạ áp.

Ở mức thấp hơn của lưới hạ thế, X_L nhỏ so với R và do đó $I_{peak}/I_{rms} \approx 1,41$, tương ứng với giá trị "n" ở mức hệ số công suất 0,95 trong bảng H2-8. Hiệu ứng giới hạn dòng đỉnh chỉ xảy ra khi thành phần xoay chiều trong dòng sự cố đạt tới giá trị nhất định. Ví dụ như trong đồ thị trên, cầu chì 100 A sẽ cắt đỉnh ở dòng (hiệu dụng) sự cố 2 kA (a). Cầu chì tương tự cho 20 kA (hiệu dụng) sẽ giới hạn dòng đỉnh ở 10 kA (b). Nếu không có cầu chì giới hạn dòng, giá trị đỉnh có thể đạt 50 kA.

Như đã nói trên, ở bậc thấp trên lưới phân phối, R lớn hơn X_L nhiều nên mức dòng sự cố thường thấp.

Có nghĩa là dòng sự cố có thể không đạt đủ lớn để tạo giới hạn đỉnh. Mặt khác thành phần quá độ một chiều có ảnh hưởng đáng kể lên đỉnh dòng như đã nói.

Chú ý: Đối với cầu chì gM

Về bản chất gM là gG, với dây chì tương ứng với I_{ch} (characteristic) có thể bằng, ví dụ là 63 A. Đây là giá trị thử nghiệm theo IEC, vì thế đặc tuyến I/t tương tự như với cầu chì gG 63A. Giá trị này (63 A) được chọn để chịu dòng khởi động lớn của động cơ và với dòng vận hành (I_n) trong khoảng 10 - 20 A. Như vậy chỉ cần dùng một ống cầu chì nhỏ hơn với các phần kim loại nhỏ hơn, do sự tản nhiệt trong điều kiện bình thường có liên quan đến thông số nhỏ hơn (10 - 20 A).

Một cầu chì gM tiêu chuẩn cho trường hợp này được ký hiệu 32M63 (I_n M I_{ch}). Số đầu chỉ đặc tính nhiệt ở tải thường, còn số thứ hai liên quan tới đặc tính (ngắn hạn) khởi động.

Như vậy cầu chì có thể bảo vệ ngắn mạch nhưng không bảo vệ quá tải, do đó luôn phải dùng rơle nhiệt cùng với cầu chì gM.

Ưu điểm duy nhất của cầu chì gM so với aM là kích thước nhỏ và rẻ tiền.

2.2 Các tổ hợp thiết bị đóng cắt

Các thiết bị cơ bản không thực hiện đồng thời ba chức năng cơ bản: bảo vệ, điều khiển, cách ly. Khi giải pháp dùng CB không thể thực hiện (đặc biệt khi số thao tác lớn trong một thời gian dài), thường người ta phối hợp các thiết bị được thiết kế cho các đặc tính riêng lẻ.

Các thiết bị phối hợp thường dùng nhất sẽ được trình bày dưới đây:

Thiết bị cầu chì + cầu dao

Ta phân biệt:

+ các loại thiết bị phối hợp khi sự nóng chảy của cầu chì kéo theo việc cắt tự động cầu dao. Để thực hiện điều này, có kèm phần truyền động đi với hệ thống lò xo tác động của cầu dao và cơ cấu chốt. Loại thiết bị này theo nguyên tắc sử dụng cho dòng có giá trị lớn (lớn hơn 100A) và thường kèm rơle nhiệt cho mỗi pha để bảo vệ chống quá tải. Nếu như cầu dao loại AC22 hoặc AC23, và nếu nó được kết hợp với một rơle nhiệt bảo vệ động cơ, tổ hợp này có thể được sử dụng để thực hiện việc điều khiển và bảo vệ động cơ;

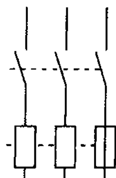
Hình H2-16. Ký hiệu của một thiết bị cầu dao - cầu chì tự động cắt có trang bị thêm rơle nhiệt.

C.H2

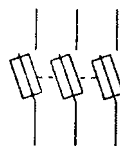
+ các tổ hợp đơn giản chỉ gồm một cầu dao kèm cầu chì trong cùng một khung. Ở một số nước và trong IEC497-3 thuật ngữ "cầu chì - cầu dao" và "cầu dao - cầu chì" có khác nhau:

- một cầu dao - cầu chì gồm 1 cầu dao (thường 2 điểm cắt cho 1 cực) ở phía trước và 1 đế 3 cầu chì cố định để lắp các cầu chì vào (hình H2-17(a));

- một cầu chì - cầu dao gồm 3 dao, mỗi dao có gắn cầu chì (2 điểm ngắt cho 1 pha).



Hình H2-17 (a). Ký hiệu của một cầu dao - cầu chì không tự động.



Hình H2-17 (b). Ký hiệu của một cầu chì - cầu dao không tự động.

Các dao này không liên tục mà có một khe ở giữa cho dây chì. Một số thiết kế chỉ có một điểm ngắt đơn như trên hình H2-17(a) và (b). Các loại thiết bị này thường giới hạn đến 63A/400V-3 pha và được dùng cho các lưới dân dụng.

Để tránh nhầm lẫn giữa nhóm một (cắt tự động) và nhóm hai, "cầu chì - cầu dao" nên có thêm tính từ "tự động" hay "không tự động".

Cầu chì - dao cách ly + discontactor, cầu chì - cầu dao - dao cách ly + discontactor

Một discontactor không đảm bảo bảo vệ chống dòng ngắn mạch. Người ta thêm vào cho nó cầu chì (thường dùng loại aM) để thực hiện chức năng này. Kiểu kết hợp này chủ yếu được sử dụng trong các mạch điều khiển động cơ. Dao cách ly hoặc cầu dao - dao cách ly cho phép thực hiện an toàn:

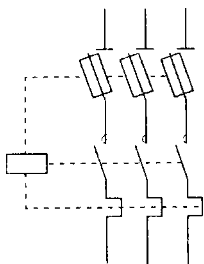
- thay các cầu chì (ở trạng thái cô lập mạch)

• làm việc ở phần lưới phía sau discontactor (khi có nguy cơ thao tác đóng côngtăctơ này từ xa).

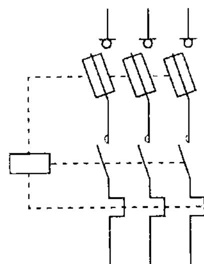
Cầu chì – dao cách ly phải liên động với discontactor sao cho bất kỳ thao tác đóng ngắt nào của cầu chì - dao cách ly chỉ xảy ra khi côngtăctơ đã mở, vì cầu chì - dao cách ly không có khả năng đóng cắt có tải.

Một cầu chì - cầu dao - dao cách ly không cần liên động (hình H2-18 (b)).

Cầu dao phải thuộc loại AC-22 hoặc AC-23 khi sử dụng trong mạch nguồn cấp điện cho động cơ.



Hình H2-18(a). Ký hiệu của một cầu chì - dao cách ly + discontactor.



Hình H2-18(b). Ký hiệu của một cầu chì - cầu dao - dao cách ly + discontactor.

C.H2

CB + côngtăctơ; CB + discontactor

Cách kết hợp này được sử dụng trong hệ thống phân phối điều khiển từ xa với số thao tác đóng cắt lớn hoặc sử dụng trong điều khiển và bảo vệ mạch nguồn nuôi động cơ. Chúng được khảo sát chi tiết trong chương J, mục J5.

3. CHỌN THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT

3.1 Các chức năng được thực hiện

Sau khi nghiên cứu các chức năng cơ bản của các thiết bị đóng cắt hạ áp (xem mục 1 bảng H2-1) và các loại thiết bị đóng cắt khác nhau (xem mục 2), bảng H2-19 tổng kết khả năng thực hiện các chức năng cơ bản của các thiết bị này.

Bảng H2-19. Chức năng của các thiết bị khác nhau

Hạng mục	a. Cách ly	b. Điều khiển				c. Bảo vệ điện		
		1.vận hành	2.cắt khẩn cấp	3.dừng khẩn cấp	4.cắt vì lý do bảo dưỡng cơ	1. quá tải	2. ngắn mạch	3. so lệch
Dao cách ly (4)	X							
Cầu dao (5)	X	X	X(1)	X(1)(2)	X			
Thiết bị đóng cắt dòng rò (5)	X	X	X(1)	X(1)(2)	X			X
Cầu dao + dao cách ly	X	X	X(1)	X(1)(2)	X			
Côngtắctơ		X	X(1)	X(1)(2)	X	X(3)		
Côngtăc đôi		X	X(1)		X			
Cầu chì	X					X	X	
CB (5)		X	X(1)	X(1)(2)	X	X	X	
Máy cắt + dao cách ly (5)	X	X	X(1)	X(1)(2)	X	X	X	
RCBO (dòng rò và quá dòng)(5)	X	X	X(1)	X(1)(2)	X	X	X	X
Vị trí lắp đặt (nguyên tắc chung)	ở đầu mỗi mạch	ở chỗ nào cần thiết phải ngừng quá trình do lý do vận hành	thường ở đầu vào mỗi tủ phân phối	thuộc về các mạch cấp điện cho máy	thuộc về các mạch cấp điện cho máy	ở đầu mỗi mạch	ở đầu mỗi mạch	ở đầu mỗi mạch khi sơ đồ nối đất là TN-S, IT, TT

(1) Nếu như cắt tất cả các dây dẫn có điện

(2) Sự duy trì nguồn có thể cần thiết để thực hiện quá trình hãm

(3) Nếu như thiết bị kết hợp với một rơle nhiệt (tổ hợp discontactor)

(4) Ở đầu các lưới hạ áp được cấp điện từ biến áp phân phối phải lắp một thiết bị cách ly có các tiếp điểm thấy được (bắt buộc trong một vài quốc gia)

(5) Một vài thiết bị có khả năng cách ly hợp tiêu chuẩn (RCCB theo IEC 1008) không cần đánh dấu ở mặt ngoài.

3.2 Chọn kiểu thiết bị đóng cắt

Các phần mềm ngày càng giúp đỡ nhiều hơn trong lĩnh vực này. Người ta tiến hành lần lượt cho từng mạch. Đối với mỗi mạch, ta xác định danh sách các chức năng bảo vệ và sử dụng cần thiết, theo các chi tiết đã được đề cập đến trong bảng H2-19, tóm tắt trong bảng H2-1.

Các tổ hợp thiết bị đóng cắt sẽ được so sánh với nhau nhằm mục đích đảm bảo các chức năng:

+ vận hành tốt;

+ tính tương hợp giữa các sản phẩm được chọn từ dòng định mức tới ngưỡng dòng sự cố I_{cu};

+ tính tương hợp với các thiết bị đặt ở phần mạch phía trước hoặc tính đến khả năng phối hợp của chúng để đảm bảo các chức năng đã đề cập;

+ đảm bảo tất cả các quy cách an toàn và vận hành tin cậy.

Để xác định số cực của thiết bị, ta tham khảo phần H1 mục 7, bảng H1-65.

Các thiết bị đa chức năng, tuy giá thành đắt hơn nhưng ngược lại cho phép giảm giá lắp đặt và giảm các yếu tố rủi ro khi lắp đặt và sử dụng. Các thiết bị này thường cho giải pháp tốt nhất.

4. MÁY CẮT HẠ THẾ (CB)

CB /dao cách ly thỏa mãn tất cả các chức năng đóng cắt cơ bản và cùng với các thiết bị phụ trợ, sẽ đảm bảo hàng loạt các chức năng khác.

Như đã được trình bày ở bảng H2.19, CB /dao cách ly là thiết bị đóng cắt duy nhất cho phép thỏa mãn đồng thời tất cả các chức năng cơ bản của một hệ thống điện.

Hơn nữa, nó còn đảm bảo một số chức năng khác nhờ các linh kiện hỗ trợ: ví dụ như báo hiệu, bảo vệ điện áp thấp, điều khiển từ xa ... Thuộc tính này làm cho CB / dao cách ly trở thành thiết bị cơ bản của tất cả lưới điện hạ áp.

Bảng H2-20. Chức năng của CB / dao cách ly

Chức năng		Các điều kiện có thể
Cách ly		X
Điều khiển	vận hành	X
	cắt và ngừng khẩn cấp	(có thể với cuộn dây tác động để điều khiển từ xa)
	cắt vì lý do bảo dưỡng cơ	X
Bảo vệ	quá tải	X
	ngắn mạch	X
	hỏng cách điện	(với rơle so lệch)
	điện áp thấp	(với cuộn dây phát hiện điện áp thấp)
Điều khiển từ xa		(với điều khiển điện hoặc thiết bị cắt mạch điều khiển từ xa)
Đo lường /chỉ thị		(thường không bắt buộc với bộ tác động kiểu điện tử)

4.1 Tiêu chuẩn và mô tả

Tiêu chuẩn

Các CB công nghiệp cần phù hợp với IEC 947-1 và 947-2 hoặc các tiêu chuẩn tương đương. CB dân dụng cần phù hợp với IEC 898 và các tiêu chuẩn quốc gia tương đương.

Trong lưới công nghiệp, các thiết bị cắt mạch bảo vệ phải hợp với các tiêu chuẩn mới của IEC:

- IEC 947-1: các quy tắc chung;
- IEC 947-2: phần CB;

- IEC 947-3: công tắc, dao cách ly, tổ hợp cầu dao - cầu chì, cầu dao - dao cách ly;
- IEC 947-4: côngtăctơ và khởi động động cơ;
- IEC 947-5: thiết bị điều khiển mạch và chi tiết đóng cắt;
- IEC 947-6: thiết bị đóng ngắt đa năng;
- IEC 947-7: thiết bị phụ trợ.

Các tiêu chuẩn châu Âu và quốc gia khác tương ứng (gần giống với tiêu chuẩn IEC) vẫn còn đang soạn thảo để thống nhất với các tiêu chuẩn IEC.

Trong lưới dân dụng hoặc tương tự, các thiết bị loại này phải theo tiêu chuẩn IEC 898, hoặc tiêu chuẩn quốc gia tương ứng.

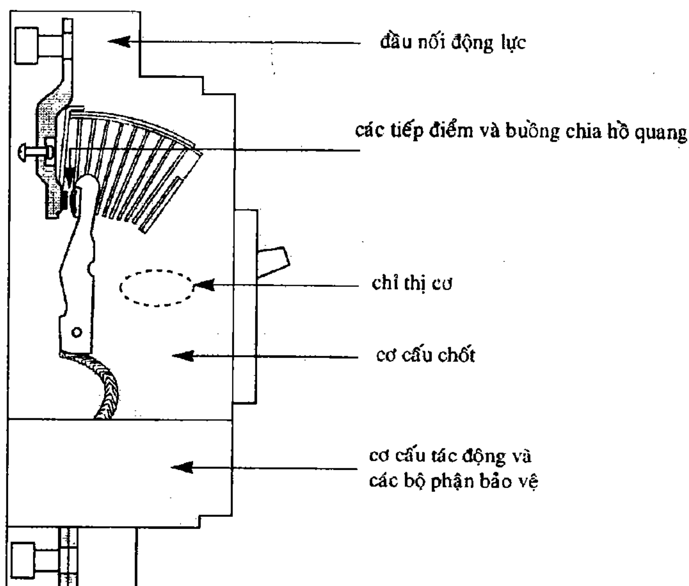
Mô tả

Hình H2-21 trình bày sơ đồ cấu tạo của một CB và 4 chức năng chính:

1. Bộ phận cắt gồm các tiếp điểm cố định, tiếp điểm di động và các buồng dập hồ quang.
2. Cơ cấu chốt sẽ không bị khóa bởi bộ tác động cắt khi có dòng bất thường. Cơ cấu này cũng được nối với cần gạt thao tác đóng ngắt của thiết bị.
3. Bộ tác động:

- kiểu từ nhiệt trong đó hiện tượng quá tải được phát hiện nhờ sự biến dạng của thanh lưỡng kim và hiện tượng ngắn mạch - bằng cơ cấu điện từ;
- có thể có rơle điện tử với biến dòng đặt ở mỗi pha.

4. Một khoảng không dành cho nối kết với mạch động lực.



Hình H2-21. Cấu tạo của CB.

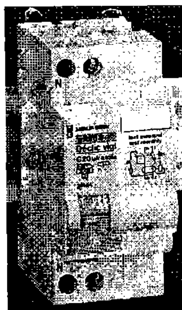
Các CB dân dụng theo tiêu chuẩn IEC 898 và các tiêu chuẩn khác tương đương thực hiện các chức năng cơ bản gồm:

- *cách ly;*
- *bảo vệ chống quá dòng.*

Hình H2-22. CB dân dụng bảo vệ quá dòng và tạo cách ly mạch.

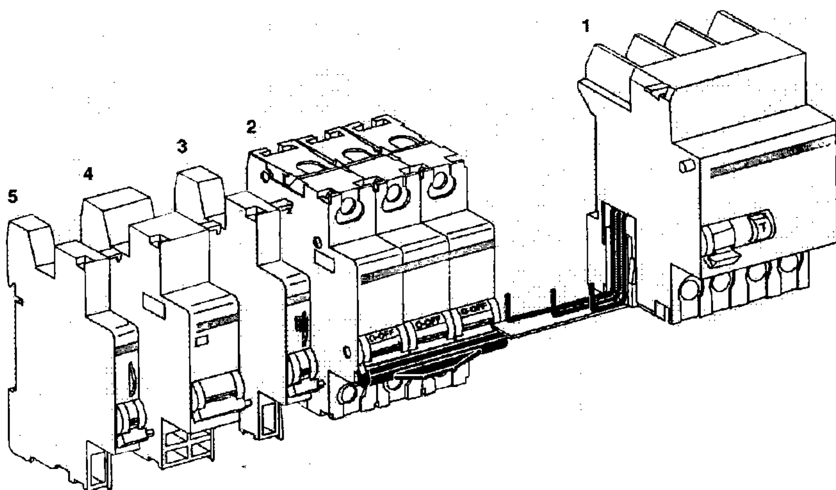


Một số kiểu cũng có thể bảo vệ phát hiện dòng rò (30mA) chống điện giật bằng cách thêm vào môđun chống dòng rò như trên hình H2-23, một số khác (theo IEC 1009) có sẵn thiết bị này, ví dụ như RCBO hay CBR theo IEC 947-2.



Hình H2-23. CB dân dụng thực hiện chức năng bảo vệ chống điện giật nhờ môđun bổ sung.

Ngoài các chức năng kể trên, các CB này còn có thể thực hiện các chức năng khác như điều khiển từ xa và chỉ thị nhờ cách thiết kế dạng môđun và các khối bổ trợ như trên hình H2-24.

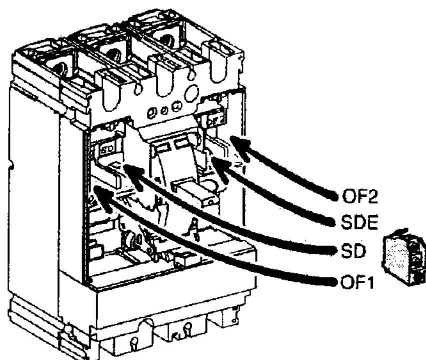


Hình H2-24. CB loại Multi 9 của Merlin Gerin thực hiện nhiều chức năng.

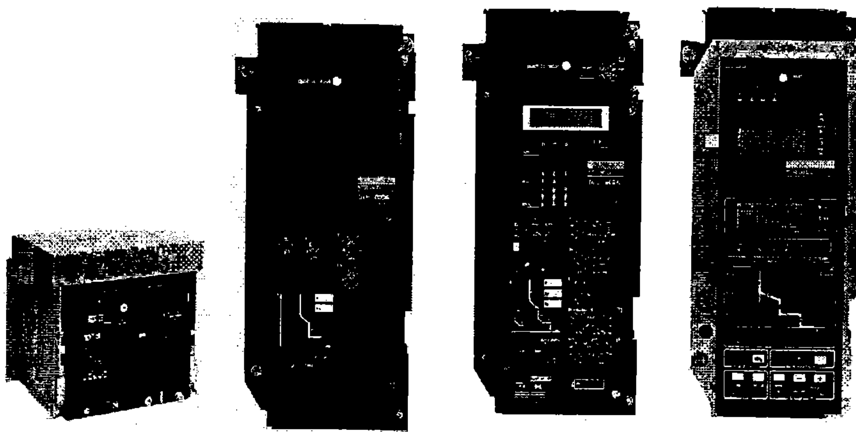
C.H2

Các CB công nghiệp có dạng hộp đúc theo tiêu chuẩn IEC 947-2 cho phép thực hiện nhiều chức năng tương tự khác nhờ các khối bổ sung thích hợp (hình H2-25).

Hình H2-25. CB công nghiệp dạng môđun (Compact NS của Merlin Gerin) thực hiện nhiều chức năng.



Các CB công nghiệp cắt dòng lớn theo tiêu chuẩn IEC947-2 tích hợp các chức năng thuộc điện tử và thông tin (hình H2-26).



Hình H2-26. Ví dụ về CB. Masterpact thực hiện nhiều chức năng tự động hóa trong môđun cắt.

Các thiết bị này cho phép hiệu chỉnh giá trị cắt trong một dải rộng và với:

- mạch bảo vệ dòng rò (20mA);
- hệ thống báo tín hiệu từ xa;
- kiểm soát tải.

4.2 Đặc tính cơ bản của một CB

Các đặc tính cơ bản của một CB gồm:

1. điện áp sử dụng định mức (U_e);

2. dòng định mức;

3. dòng tác động có hiệu chỉnh khi quá tải (I_{rth} hoặc I_r) và khi ngắn mạch (I_m);

4. dòng định mức cắt ngắn mạch, sử dụng trong công nghiệp (I_{cu}) hoặc sử dụng dân dụng (I_{cn}).

Điện áp sử dụng định mức U_e

Đó là giá trị điện áp mà thiết bị có thể vận hành trong điều kiện bình thường. Các giá trị điện áp cho các điều kiện bất thường chỉ ra trong mục 4.3.

Dòng định mức I_n

Đó là giá trị cực đại của dòng liên tục mà CB với rơle bảo vệ quá dòng có thể chịu được vô hạn định ở nhiệt độ môi trường do nhà chế tạo qui định, và nhiệt độ của các bộ phận mang điện không vượt quá giới hạn cho phép.

Ví dụ:

Một CB có dòng định mức I_n là 125A, ở nhiệt độ môi trường 40^0C sẽ có rơle cắt quá dòng ở 125 A.

Tuy nhiên người ta vẫn có thể sử dụng CB này ở nhiệt độ môi trường cao hơn với điều kiện phải nâng hạng thiết bị. Như vậy đối với CB trong ví dụ trên chỉ có thể chịu được dòng tối đa 117 A ở 50^0C và 109 A ở 60^0C. Nâng hạng thiết bị nhờ giảm chỉnh định dòng ngắt của rơle quá tải và cần đánh dấu lại trên CB. Sử dụng bộ tác động điện tử chịu nhiệt độ cao cho phép CB (được nâng hạng) hoạt động ở 60^0C (hay 70^0C).

Chú ý: I_n của CB (theo tiêu chuẩn IEC947-2) bằng với I_u cho các thiết bị đóng cắt nói chung, I_u là dòng định mức liên tục.

Kích cỡ của CB

Khi một CB với các bộ tác động có dòng ngưỡng khác nhau, nó sẽ được gán cho dòng có giá trị lớn nhất..

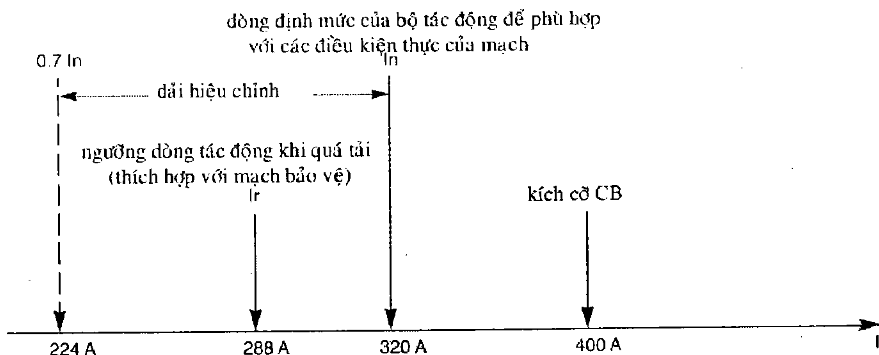
Dòng tác động (I_{rth} hoặc I_r) của rơle bảo vệ quá tải

Ngoại trừ các CB nhỏ dễ dàng thay thế, các CB công nghiệp được trang bị rơle quá dòng có thể thay đổi được. Hơn nữa, để CB thích ứng với đặc tính của mạch bảo vệ và để tránh sự vượt quá kích cỡ cần thiết cho dây cáp, các rơle tác động thường phải hiệu chỉnh được. Dòng hiệu chỉnh I_r (hoặc I_{rth}) là giá trị dòng ngưỡng tác động của CB. Đó cũng là dòng cực đại CB có thể chịu được mà không dẫn đến sự nhả tiếp điểm. Giá trị này cần phải lớn hơn dòng làm việc lớn nhất I_B và nhỏ hơn dòng cho phép I_Z khi tính toán chọn dây (xem H1-1.3).

Các rơle tác động nhiệt thông thường được hiệu chỉnh trong khoảng $(0,7 \div 1).I_n$ trong khi các cơ cấu điện tử thường cho vùng hiệu chỉnh rộng hơn thường là $(0,4 \div 1).I_n$.

Ví dụ (hình H2-27): CB có rơle quá dòng tại 320 A được chỉnh định với hệ số chỉnh 0,9 có dòng đặt: $I_r = 320 \times 0,9 = 288$ A.

Chú thích: Đối với các thiết bị có rơle tác động quá dòng không điều chỉnh được thì $I_r = I_n$.



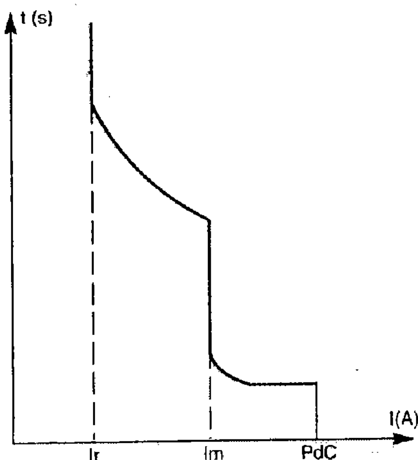
Hình H2-27. Ví dụ cho CB 400A với bộ tác động 320A có thể chỉnh tới 0,9 (I_r = 288A).

Chỉnh định dòng tác động của rơle bảo vệ ngắn mạch

Nhiệm vụ của các rơle này (dạng tác động tức thời hoặc trễ ngắn) là đảm bảo sự cắt nhanh khi có dòng sự cố lớn.

Ngưỡng tác động I_m là:

- hoặc cố định bởi tiêu chuẩn quy định cho CB dân dụng theo tiêu chuẩn IEC898;
- hoặc do nhà thiết kế quy định cho các CB sử dụng trong công nghiệp theo tiêu chuẩn IEC 947-2.



Hình H2-29. Đặc tính vận hành của CB tác động theo kiểu từ nhiệt.

Đối với các thiết bị loại thứ hai, có thể sử dụng các bộ tác động khác nhau, cho phép người sử dụng lựa chọn để thích ứng với đặc tính mạch điện cần bảo vệ,

ngay cả trong những trường hợp đặc biệt nhất.

Bảng H2-28. Dải dòng tác động bảo vệ quá tải và ngắn mạch cho CB hạ thế

	Dạng rơle bảo vệ	bảo vệ quá tải	Bảo vệ ngắn mạch		
CB dân dụng IEC 898	từ - nhiệt	$I_r = I_n$	ngưỡng thấp dạng B $3I_n \le I_m \le 5I_n$	ngưỡng chuẩn dạng C $5I_n \le I_m \le 10I_n$	ngưỡng cao dạng D $10I_n \le I_m \le 20I_n$ (1)
CB công nghiệp dạng môđun (2)	từ - nhiệt	$I_r = I_n$ cố định	ngưỡng thấp dạng B hoặc Z $3{,}2I_n$<cố định<$4{,}8I_n$	ngưỡng chuẩn dạng C $7I_n$ <cố định <$10\ I_n$	ngưỡng cao dạng D hoặc K $10I_n$ < cố định <$14I_n$
CB công nghiệp IEC 947-2	từ- nhiệt	$I_r = I_n$ cố định	I_m = 7 đến 10 I_n cố định		
		$0{,}7I_n \le I_r \le I_n$ có thể chỉnh định	có thể điều chỉnh: - ngưỡng thấp: 2 đến 5 I_n - ngưỡng chuẩn: 5 đến 10 I_n		
	điện tử	Trễ lâu $0{,}4I_n \le I_r < I_n$	Trễ ngắn, có thể điều chỉnh $1{,}5I_r \le I_m < 10I_r$ tức thời (1) cố định I = 12 đến $15I_n$		

(1) theo IEC 898 phải là $50I_n$ mà các nhà sản xuất Âu châu cho là quá cao, theo Merlin Gerin: $14I_n$

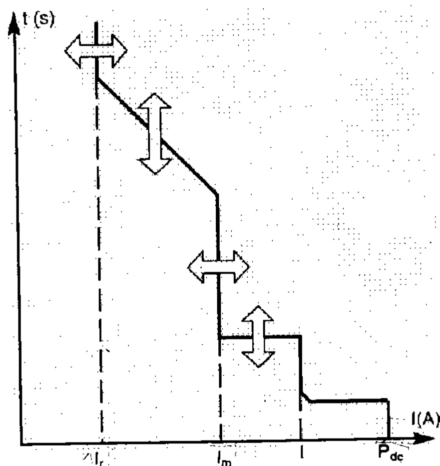
(2) cho công nghiệp, IEC không qui định giá trị cụ thể. Các giá trị trong bảng thường được dùng trên thực tế.

Khả năng cách ly

Một CB có khả năng cách ly nếu như nó hợp với các đặc tính mô tả cho dao cách ly theo tiêu chuẩn đã quy định (xem mục 1.2). Trong trường hợp này, thiết bị này có tên CB - dao cách ly và được ký hiệu ở mặt trước của sản phẩm như sau:



Tất cả các thiết bị Multi 9, Compact và Masterpact đều thuộc loại này.



Hình H2-30. Đặc tính vận hành của CB tác động theo kiểu điện tử:

I_r - dòng tác động của rơle quá tải; I_m - dòng tác động khi ngắn mạch;

P_{dc} - khả năng cắt.

Khả năng cắt ngắn mạch (I_{cu} hoặc I_{cn})

> *Khả năng cắt ngắn mạch của CB hạ áp thường liên quan tới cosφ của mạch vòng sự cố. Các giá trị chuẩn cho mối quan hệ này đã được thiết lập trong một số tiêu chuẩn.*

C.H2

Khả năng cắt của CB là giá trị lớn nhất của dòng ngắn mạch (dòng giả định) mà thiết bị có thể cắt được mà không bị hư hỏng.

Thông thường, theo tiêu chuẩn nó bằng trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều (ac), có nghĩa là thành phần một chiều quá độ (thường có trong phần lớn trường hợp ngắn mạch) bị bỏ qua khi tính giá trị chuẩn hóa. Giá trị I_{cu} cho các CB công nghiệp và I_{cn} cho các CB dân dụng hoặc tương tự thường tính bằng kA trị hiệu dụng. I_{cu} (khả năng cắt ngắn mạch lớn nhất) và I_{sc} (khả năng cắt ngắn mạch thao tác) được IEC 947-2 qui định gồm một bảng liên hệ I_{sc} với I_{cu} cho loại A (tác động tức

thời) và B (tác động trễ) sẽ trình bày trong mục 4.3. Các thí nghiệm để xác định khả năng cắt được quy định theo tiêu chuẩn bao gồm:

+ trình tự thao tác: thực hiện chuỗi thao tác: mở và đóng khi ngắn mạch;

+ sự lệch pha dòng và áp. Khi điện áp và dòng cùng pha (cosφ = 1), việc cắt dòng là dễ nhất. Việc cắt sẽ khó hơn nhiều khi cosφ có giá trị nhỏ, nhất là khi cosφ = 0.

Tất cả các lưới điện thường có dòng ngắn mạch chậm pha và các tiêu chuẩn thường được dựa trên các giá trị cosφ tiêu biểu cho phần lớn hệ thống điện. Mức dòng sự cố càng lớn, cosφ càng nhỏ (ví dụ đặt gần máy phát hoặc biến thế lớn).

Bảng H2-31. **Quan hệ giữa Icu và cosφ của mạch sự cố (theo tiêu chuẩn IEC 947-2)**

I_{cu}	cosφ
6 kA < I_{cu} ≤ 10 kA	0,5
10 kA < I_{cu} ≤ 20 kA	0,3
20 kA < I_{cu} ≤ 50 kA	0,25
50 kA ≤ I_{cu}	0,2

Sau khi thực hiện chu kỳ mở - thời gian trễ - đóng/mở để kiểm tra khả năng của CB, cần kiểm tra tiếp để bảo đảm:

- độ bền cách điện;
- thực hiện khả năng cách ly;
- sự vận hành chính xác của bảo vệ quá tải.

4.3. Các đặc tính khác của một CB

Sự hiểu biết về các đặc tính (ít quan trọng) này thường cần thiết cho sự lựa chọn cuối cùng.

Điện áp cách điện định mức (U_i)

Đó là giá trị điện áp làm chuẩn để kiểm tra phóng điện và khoảng cách cách điện của một CB thường có giá trị lớn hơn $2U_i$. Trị lớn nhất của điện áp sử dụng định mức phải nhỏ hơn hoặc bằng U_i.

$$U_e \leq U_i$$

Điện áp xung định mức (U_{imp})

Đặc tính này được đo bằng kV, thể hiện khả năng chịu điện áp quá độ trong các điều kiện thử nghiệm. Để hiểu rõ chi tiết, tham khảo chương F mục 2.

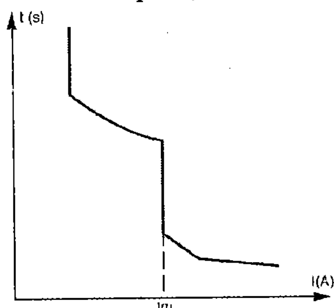
Loại (A hoặc B) và dòng chịu đựng với độ trễ ngắn (I_{cw})

Tồn tại hai loại CB công nghiệp (IEC947-2):

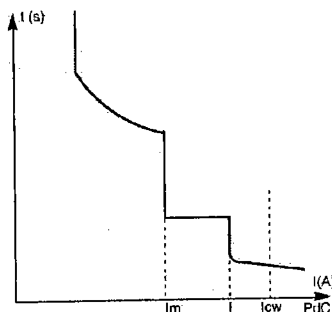
- đối với các loại A: không có thời gian trễ nào được thiết kế cho tác động khi ngắn mạch (xem hình H2.32). Thông thường đây là trường hợp cho CB có vỏ đúc;

- đối với CB loại B: để đảm bảo phối hợp tác động có chọn lọc theo thời gian với các CB khác, có thể cần phải làm trễ quá trình tác động khi dòng ngắn mạch nhỏ hơn giá trị dòng chịu được với độ trễ ngắn I_{cw} (xem hình H2-33). Thông thường đây là trường hợp của các CB cấu trúc mở và CB lớn dạng hộp đúc. I_{cw} là dòng cực đại mà loại B có thể chịu được về nhiệt và điện động trong một khoảng thời gian do nhà thiết kế qui định.

C.H2



Hình H2-32. Máy cắt loại A.



Hình H2-33. Máy cắt loại B.

Khả năng tạo dòng (I_{cm})

Đó là dòng tức thời lớn nhất mà CB có thể thiết lập dưới điện áp định mức trong các điều kiện đặc trưng. Trong chế độ dòng xoay chiều, giá trị này bằng k lần I_{cu} (dòng định mức cắt). Hệ số k phụ thuộc vào cosφ (bảng H2-34).

Bảng H2-34. **Mối tương quan giữa I_{cu}, I_{cm} và cosφ (theo tiêu chuẩn IEC 947-2)**

I_{cu}	cosφ	$I_{cm} = kI_{cu}$
6 kA < I_{cu} ≤ 10 kA	0,50	1,7 × I_{cu}
10 kA < I_{cu} ≤ 20 kA	0,30	2 × I_{cu}
20 kA < I_{cu} ≤ 50 kA	0,25	2,1 × I_{cu}
50 kA ≤ I_{cu}	0,20	2,2 × I_{cu}

Ví dụ: một CB có khả năng cắt: I_{cu} = 100 kA hiệu dụng ở 415V. Khả năng tạo dòng là I_{cm} = 2,2 x 100 = 220 kA.

Đặc tính cắt ngắn mạch thao tác (I_{cs})

Nếu lưới được thiết kế đúng, một CB sẽ không bao giờ cần làm việc ở dòng cắt lớn nhất I_{cu}. Do đó, một khái niệm mới I_{cs} được thiết lập. Nó được biểu hiện theo phần trăm của I_{cu} (25, 50, 75, 100%) (IEC 947-2).

Khả năng cắt (I_{cu} hoặc I_{cn}) đặc trưng cho dòng ngắn mạch cực đại mà thiết bị có thể cắt. Khả năng xuất hiện dòng sự cố đó là cực kỳ thấp và trong quá trình vận hành, CB thông thường chỉ cắt các dòng có giá trị nhỏ hơn nhiều.

Ngược lại, quan trọng là các dòng có giá trị nhỏ (với xác suất lớn hơn) phải được cắt trong các điều kiện tốt nhằm đảm bảo sự đóng lại của CB một cách nhanh chóng và an toàn tuyệt đối, sau khi đã loại trừ nguyên nhân gây ra sự cố. Vì lý do đó, một đặc tính mới - Ics đã được

đặt ra, thường được biểu diễn dưới dạng phần trăm dòng I_{cu} (25, 50, 75, hoặc 100%) cho các thiết bị trong công nghiệp.

Nó được kiểm tra theo cách sau:

- trình tự mở - đóng mở - đóng mở (ở I_{cs});

- sau đó cần kiểm tra để xác định khả năng sử dụng bình thường của CB.

Đối với CB dân dụng $I_{cs} = kI_{cu}$. Hệ số tỷ lệ k được quy định trong tiêu chuẩn IEC 898 (bảng 14).

Ở châu Âu người ta dùng hệ số 100% nên $I_{sc} = I_{cu}$ trong công nghiệp.

Khả năng hạn chế dòng sự cố

Nhiều CB hạ áp có khả năng hạn chế dòng. Dòng sẽ được giảm và không đạt tới trị lớn nhất (hình H2-35). Khả năng hạn chế dòng của các CB này được biểu diễn dưới dạng đồ thị (hình H2-36).

Khả năng hạn chế dòng của một thiết bị cắt biểu hiện qua khả năng (cao hoặc thấp) chỉ cho phép dòng nhỏ hơn dòng sự cố giả định khi ngắn mạch đi qua (H2-35).

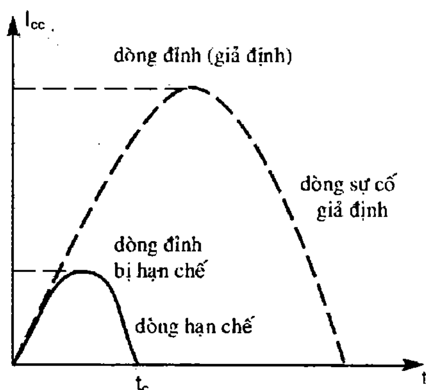
Đặc tính này được thể hiện qua các đường cong hạn chế dòng (hình 2-36 a và b):

- a) giá trị đỉnh được giới hạn so với trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch giả định (dòng ngắn mạch giả định là dòng chạy trong mạch nếu CB không có khả năng hạn chế dòng sự cố);

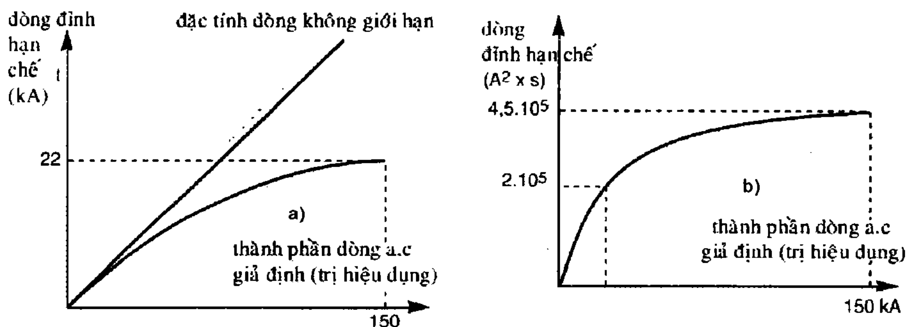
- b) ứng lực nhiệt (tỉ lệ với $I^2.t$) được giới hạn so với trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch giả định.

Tất cả các CB dân dụng hoặc tương tự được xếp loại theo các tiêu chuẩn nhất định (ví dụ EN 60898). Các CB thuộc loại hạn chế dòng có đường cong hạn chế I^2t được tiêu chuẩn hóa.

Trong trường hợp này nhà sản xuất thường không cung cấp các đặc tuyến vận hành.



Hình H2-35. Dòng giả định và dòng thật.



Hình H2-36. Các đường cong vận hành của một CB hạn chế dòng tiêu biểu.

Ưu điểm của sự hạn chế dòng

> *Hạn chế dòng sẽ làm giảm hiệu ứng nhiệt và điện động của các phần tử trên mạch đồng thời tăng tuổi thọ của chúng. Ngoài ra, việc hạn chế dòng còn cho phép thực thi kỹ thuật ghép tầng, do đó làm giảm chi phí thiết kế và lắp đặt.*

Ứng dụng các CB hạn chế dòng có nhiều ưu điểm:

- bảo vệ lưới một cách tốt nhất: các CB hạn chế dòng giảm tối đa các hiệu ứng bất lợi lên lưới do dòng ngắn mạch gây ra;

- giảm các hiệu ứng nhiệt: sự phát nóng sẽ không lớn đối với các dây dẫn, vì vậy làm tăng thời hạn sử dụng của hệ thống cáp;

- giảm các hiệu ứng cơ: lực điện động giảm, vì vậy giảm nguy cơ biến dạng hoặc đứt gãy đặc biệt ở các tiếp điểm điện;

- giảm các hiệu ứng nhiễu điện từ: ít ảnh hưởng đến các thiết bị đo lường hoặc hệ thống thông tin đặt ở cạnh mạch điện.

Các thiết bị này còn góp phần cải thiện sự vận hành của:

- hệ thống cáp;

- hệ thống đường dẫn kiểu lắp ghép;

-thiết bị đóng cắt và làm chậm quá trình lão hóa thiết bị.

Ví dụ: đối với dòng ngắn mạch giả định có trị số 150kA (hiệu dụng), một CB giới hạn dòng đỉnh nhỏ hơn 10% giá trị được tính toán và các ứng lực nhiệt nhỏ hơn 1% giá trị tính toán.

Kỹ thuật ghép tầng các CB cho sự tiết kiệm đáng kể. Kỹ thuật ghép tầng các thiết bị được mô tả trong mục 4.5 cho phép trên thực tế (khi sử dụng các thiết bị ở mạch cuối nguồn có đặc tính thấp hơn) tiết kiệm tủ bảng và chi phí cho nghiên cứu thiết kế từ 10 đến 20% (nói chung).

Các sơ đồ bảo vệ chọn lọc và kỹ thuật ghép tầng tương thích với nhau trong dãy Compact NS (Merlin Gerin) cho đến khả năng cắt dòng đỉnh lớn nhất.

4.4 Chọn CB

Lựa chọn CB

Việc chọn một CB tuỳ thuộc vào:

- các đặc tính điện của lưới điện mà nó được đặt vào;

- môi trường sử dụng của thiết bị, nhiệt độ xung quanh, lắp đặt trong tủ hoặc không, các điều kiện khí hậu;

- khả năng tạo và cắt dòng ngắn mạch;

- các yêu cầu khai thác: tính chọn lọc, các yêu cầu như điều khiển từ xa, các công tắc phụ, các cuộn dây tác động phụ, có đưa thêm vào hệ thống mạng tín hiệu nội bộ (thông tin, điều khiển và chỉ thị...);

- các quy tắc lắp đặt, đặc biệt là bảo vệ người;

- các đặc tính tải như động cơ, đèn chiếu sáng huỳnh quang, máy biến áp hạ/ hạ ...

Các vấn đề do tải đặc biệt đặt ra được khảo sát tỉ mỉ trong chương J.

Những bước tiếp theo gắn liền với việc chọn một CB trong lưới phân phối.

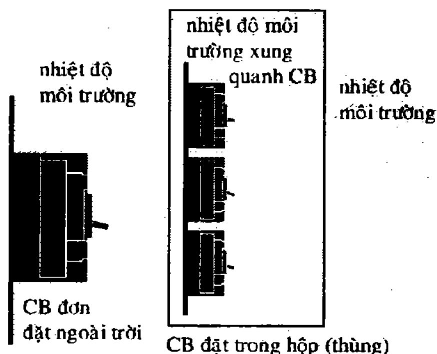
Chọn dòng định mức phụ thuộc nhiệt độ môi trường

Dòng định mức của một CB được xác định theo sự vận hành của thiết bị ứng với nhiệt độ môi trường cho trước, thường là:

- 30^0C cho các CB dân dụng;

- 40^0C cho các CB công nghiệp.

Sự vận hành các CB trong các điều kiện nhiệt độ khác nhau phụ thuộc vào công nghệ chế tạo bộ tác động.



Hình H2-37. Nhiệt độ môi trường.

Các bộ tác động kiểu từ nhiệt không bù

> *CB với bộ tác động từ nhiệt không bù có dòng tác động phụ thuộc vào nhiệt độ xung quanh.*

Các CB với bộ tác động theo nguyên tắc nhiệt không bù có dòng tác động phụ thuộc vào nhiệt độ. Nếu như thiết bị được đặt trong tủ, hoặc trong môi trường nhiệt độ cao thì dòng tác động khi quá tải có thể bị giảm xuống. Có sự "chuyển hạng" nếu CB làm việc với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ chuẩn. Vì vậy, các nhà thiết kế phải cung cấp bảng chuyển hạng cho các thiết bị được thiết kế (bảng H2-38).

Mặt khác các thiết bị dạng môđun thường được lắp cạnh nhau trong tủ kim loại có kích thước nhỏ. Tác dụng nhiệt qua lại khi có dòng, sẽ làm chúng "xuống hạng" theo hệ số 0,8.

Bảng H2-38. Ví dụ về chuyển hạng cho các CB có bộ tác động nhiệt không bù theo nhiệt độ

C6a, C60H: đường cong C. C60N: đường cong B và C (nhiệt độ chuẩn: 30°C)

Định mức (A)	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
1	1,05	1,02	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88	0,85
2	2,08	2,04	2,00	1,96	1,92	1,88	1,84	1,80	1,74
3	3,18	3,09	3,00	2,91	2,82	2,70	2,61	2,49	2,37
4	4,24	4,12	4,00	3,88	3,76	3,64	3,52	3,36	3,24
6	6,24	6,12	6,00	5,88	5,76	5,64	5,52	5,40	5,30
10	10,6	10,3	10,0	9,70	9,30	9,00	8,60	8,20	7,80
16	16,8	16,5	16,0	15,5	15,2	14,7	14,2	13,8	13,5
20	21,0	20,6	20,0	19,4	19,0	18,4	17,8	17,4	16,8
25	26,2	25,7	25,0	24,2	23,7	23,0	22,2	21,5	20,7
32	33,5	32,9	32,0	31,4	30,4	29,8	28,4	28,2	27,5
40	42,0	41,2	40,0	38,8	38,0	36,8	35,6	34,4	33,2
50	52,5	51,5	50,0	48,5	47,4	45,5	44,0	42,5	40,5
63	66,2	64,9	63,0	61,1	58,0	56,7	54,2	51,7	49,2

NS 250N/H/L (nhiệt độ chuẩn: 40°C)

Định mức (A)	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
TM160D	160	156	152	147	144
TM200D	200	195	190	185	180
1M250D	250	244	238	231	225

Ví dụ:

Cần phải chọn giá trị dòng định mức cho một CB:

- bảo vệ mạch có dòng lớn nhất là 34 A;
- được đặt cạnh với các CB khác trong tủ phân phối kín;
- trong môi trường có nhiệt độ 50^0C.

Một CB có định mức 40 A sẽ chỉ còn 35,6 A ở 50^0C (bảng H2-28). Để tính đến ảnh hưởng nhiệt qua lại ta nhân với hệ số 0,8, dòng sử dụng là 35,6 x 0,8 = 28,5A. CB này không thích hợp cho tải 34 A.

Cần phải chọn một CB có dòng định mức 50A, dòng sử dụng sẽ là:

$$44 \times 0,8 = 35,2 \text{ A}.$$

Bộ phận tác động từ nhiệt có bù

Các bộ phận này được trang bị một thanh lưỡng kim bù nhiệt cho phép chọn dòng hiệu chỉnh I_r của bộ tác động theo sự thay đổi nhiệt độ trong một phạm vi định sẵn.

Ví dụ: trong nhiều quốc gia dùng sơ đồ TT và lưới dân dụng thường được bảo vệ bằng CB tổng do ngành điện cung cấp. CB này có chức năng bảo vệ chống chạm điện gián tiếp và bảo vệ quá tải nếu vượt quá mức dòng được thỏa thuận theo hợp đồng. Một CB (≤ 60 A) sẽ được bù ở bất kỳ nhiệt độ nào từ - 5^0C đến + 40^0C.

CB (≤ 630 A) thường được trang bị bộ phận tác động từ nhiệt có bù từ - 5^0C đến + 40^0C.

Ghi chú liên quan đến việc giảm định mức của CB

Một CB có định mức dòng theo nhiệt độ môi trường chuẩn (30^0C) sẽ bị quá nhiệt khi mang cùng dòng ở 50^0C.

Vì CB hạ áp có thiết bị bảo vệ quá dòng (nếu không được bù) sẽ tác động ở mức thấp hơn khi nhiệt độ cao hơn, CB tự động bị giảm định mức do bộ tác động quá tải (bảng H2-38). Khi bộ tác động nhiệt được

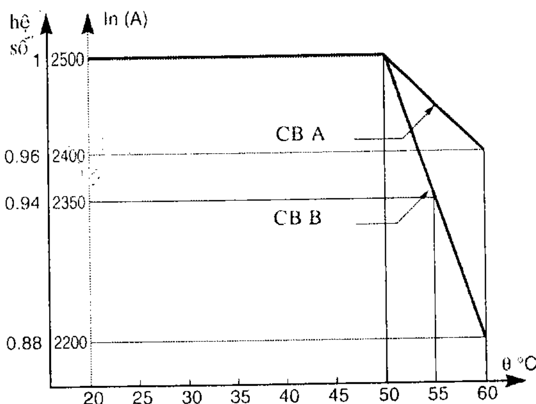
bù, giá trị tác động có thể chỉnh ở $(0,7 \div 1).I_n$ trong môi trường - 5^0C đến 40^0C. Nhiệt độ chuẩn trong trường hợp này sẽ là 40^0C.

Với các CB được bù này, trong catalogue thường cho các giá trị "xuống hạng" của I_n ở nhiệt độ trên mức được bù, ví dụ như 50^0C và 60^0C, như 95 A ở 50^0C và 90 A ở 60^0C cho CB 100A.

Bộ tác động kiểu điện tử

Bộ tác động kiểu điện tử có ưu điểm lớn về độ ổn định khi vận hành trong điều kiện nhiệt độ thay đổi. Mặc dù vậy, các thiết bị đóng cắt vẫn chịu ảnh hưởng nhiệt độ nên nhà chế tạo thường cung cấp dưới dạng biểu đồ các trị lớn nhất của ngưỡng dòng tác động cho phép theo nhiệt độ (H2-39).

M25N/H/L		≤ 40^0C	45^0C	50^0C	55^0C	60^0C
CB A	I_n (A)	2500	2500	2500	2450	2400
	I_r chỉnh định lớn nhất	1	1	1	0,98	0,96
CB B	I_n (A)	2500	2500	2500	2350	2200
	I_r chỉnh định lớn nhất	1	1	1	0,94	0,88



Hình H2-39. Sự chuyển hạng của hai CB có đặc tính khác nhau tùy theo nhiệt độ.

C.H2

Chọn ngưỡng cắt tức thời hoặc có trễ ngắn

Sau đây là bảng tổng kết các đặc điểm chính của bộ tác động kiểu từ hoặc có trễ ngắn (theo phân loại của IEC898).

Bảng H2-40. Bộ tác động tức thời hoặc có trễ ngắn

Dạng	Bộ tác động	Ứng dụng
t I	Ngưỡng thấp dạng B	- Nguồn có công suất ngắn mạch thấp (máy phát dự phòng) - Dây có chiều dài lớn
t I	Ngưỡng chuẩn dạng C	- Bảo vệ mạch: trường hợp chung
t I	Ngưỡng cao dạng D và K	- Bảo vệ mạch trong trường hợp dòng quá độ ban đầu lớn (ví dụ như máy biến áp, động cơ, điện trở)
t I	$12I_n$ dạng MA	- Bảo vệ động cơ khi phối hợp với côngtăctơ ngắt (côngtăctơ với bảo vệ chống quá tải)

Chọn CB theo khả năng cắt

Lắp đặt một CB bảo vệ trong mạng phân phối điện hạ thế cần phải đáp ứng một trong hai điều kiện sau đây:

- hoặc có khả năng cắt I_{cu} (hoặc I_{cn}) ít nhất có giá trị bằng dòng ngắn mạch giả định tại điểm lắp đặt;
- hoặc, nếu không, phải kết hợp với một thiết bị cắt khác đặt phía trước và có khả năng cắt cần thiết. Trong trường hợp này, các

đặc tính của hai thiết bị phải được phối hợp sao cho năng lượng đi qua thiết bị phía trước không lớn hơn khả năng chịu đựng (không bị hư hại) của các thiết bị đặt phía sau và của hệ thống dây dẫn được bảo vệ bằng các thiết bị này.

Khả năng này được tận dụng trong:

- phối hợp cầu chì - CB;
- phối hợp CB giới hạn dòng và CB tiêu chuẩn.

Kỹ thuật ghép tầng sử dụng khả năng hạn chế dòng cao của các CB (mục 4.5)

Chọn máy cắt tổng và máy cắt chính

Một máy biến áp

Bảng C20 cung cấp trực tiếp dòng ngắn mạch ở phía thứ cấp của một máy biến áp phân phối trung/hạ (nếu nó thuộc về trạm biến áp khách hàng, một vài tiêu chuẩn quốc gia đòi hỏi các tiếp điểm mở phải ở dạng hiển thị ví dụ như Visucompact VS400N).

Ví dụ (hình H2-41): Cần chọn CB tổng phía hạ thế của một máy biến áp 250kVA (20kV/400V) (trạm khách hàng).

I_n máy biến áp = 360 A

I_{sc} ba pha = 8,9 kA.

Ta sẽ lắp một Visucompact NS400N 400A (hiệu chỉnh từ 250 đến 400A), vì vậy khả năng cắt tối đa là 35kA, lớn hơn giá trị 8,9kA.

Nhiều máy biến áp mắc song song (hình H4-42)

CB trên lộ ra của biến áp có công suất bé nhất sẽ chịu dòng sự cố lớn nhất so với các máy cắt của các biến áp khác.

Các CB CBP lộ ra của tủ phân phối chính phải cắt được tổng dòng sự cố từ các biến thế:

C.H2

$$I_{SC1} + I_{SC2} + I_{SC3}$$

Các CB CBM đặt trên đầu ra biến áp, ví dụ phải cắt được dòng $I_{SC2} + I_{SC3}$, khi có dòng ngắn mạch phía trước CBM1.

Ta nhận thấy rằng CB của biến áp công suất thấp nhất phải chịu được dòng ngắn mạch có giá trị lớn nhất và ngược lại.

Định mức các CB phải được chọn theo công suất của các máy biến áp tương ứng.

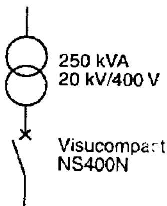
Chú thích: Điều kiện thiết yếu để vận hành các máy biến áp ba pha mắc song song được tóm tắt như sau:

1. các máy biến áp phải thuộc cùng một nhóm đấu dây;

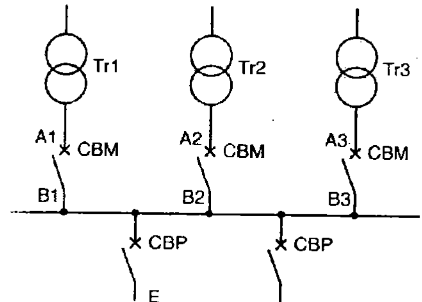
2. các tỉ số máy biến áp lúc không tải phải bằng nhau;

3. các điện áp ngắn mạch phải bằng nhau ($U_{sc}\%$). Ví dụ biến áp 750 kVA với $U_{sc} = 6\%$ sẽ chia tải được với biến áp 1000 kVA với $U_{sc} = 6\%$; có nghĩa là các biến áp sẽ chịu tải tương ứng với kVA của chúng.

Các biến áp với tỉ số kVA lớn hơn 2,0 không nên mắc song song vì tỉ số trở kháng/ cảm kháng của mỗi biến áp sẽ chênh lệch đến mức dòng quẩn làm biến áp nhỏ hơn bị quá tải.



Hình H2-41. Ví dụ về một máy biến áp trạm khách hàng



Hình H4-42. Các máy biến áp mắc song song.

Bảng H2-43 cho các dòng ngắn mạch cực đại qua các CB tổng và các CB chính (CBM và CBP trên hình H2-42), trong các trường hợp thường xảy ra nhất (2 hoặc 3 máy biến áp cùng công suất mắc song song).

Bảng này được thiết lập trên các giả thuyết sau đây:

- công suất ngắn mạch của hệ thống phía sơ cấp là 500 MVA;
- các máy biến áp đều là máy biến áp theo tiêu chuẩn 20kV/400V;
- giữa mỗi máy biến áp và CB tương ứng là 5m cáp một lõi;
- giữa CB lộ tổng (CBM) và CB lộ ra (CBP) là 1m thanh cái;
- các thiết bị đóng cắt được đặt trong tủ đóng cắt ở nhiệt độ môi trường 30^{0}C.

Mặt khác, bảng H2-43 chỉ cách chọn thiết bị Merlin Gerin cho các CB tổng và CB chính.

Bảng H2-43. **Dòng ngắn mạch lớn nhất được các CBM và CBP cắt cho trường hợp các máy biến áp mắc song song**

Số lượng và công suất máy 20/0,4kV	Khả năng nhỏ nhất cắt dòng ngắn mạch bằng CB tổng (I_{cu} *) kA	Phối hợp CB tổng (CBM) và các CB lộ ra (CBP)	Khả năng bé nhất cắt dòng ngắn mạch của CB lộ ra (I_{cu} *) kA	Dòng định mức của CB lộ ra 250A
2x400	14	M08 N1 /C 801 N ST	27	NS250N
3x400	27	M08 N1 /C 801 N ST	40	NS250H
2x630	22	M10 N1 /CM 1250/C 1001 N	42	NS250H
3x630	43	M10 H1 /CM 1250/C 1001 N	64	NS250H
2x800	24	M12 N1 /CM 1250/C 1251 N	48	NS250H
3x800	48	M12 H1 /CM 1250/C 1251 N	71	NS250L
2x1000	27	M16N1 /CM1600	54	NS250H
3x1000	54	M16H2 /CM1600	80	NS250L
2x1250	31	M20N1 /CM2000	60	NS250H
3x1250	62	M20H1 /CM2000	91	NS250L
2x1600	36	M25N1 /CM2500	70	NS250H
3x1600	72	M20H2 /CM2500H	105	NS250L
2x2000	39	M32H1 /CM3200	75	NS250L
3x2000	77	M32H2 /CM3200H	112	NS250L

(*) hoặc I_{cs}

Ví dụ: (hình H2-44)

Chọn máy cắt tổng CBM:

I_n của máy biến áp 800 kVA: 1126A (áp 410V khi không tải);

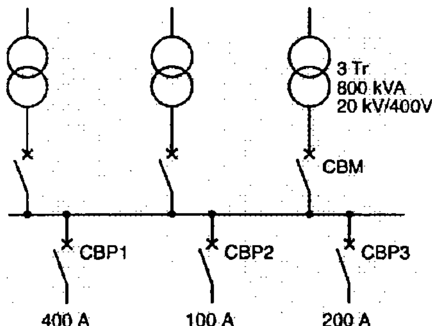
$I_{cu(min)}$ = 48 kA. Bảng H2-43 cho phép chọn trực tiếp CB Compact C1251N (có I_{cu} = 50 kA).

Chọn CB chính CBP:

Khả năng cắt của các thiết bị này được cho trong bảng H2-43 là 71 kA. Các CB hạn chế dòng nên đặt cho tất cả các lộ ra. Các CB này là NS400L, NS100L, NS250L với dòng I_{cu} là 150 kA. Các CB này thể hiện các ưu điểm sau:

- có tính chọn lọc hoàn toàn với các CB CBM phía trước;

- cho phép sử dụng kỹ thuật ghép tầng và bằng cách đó tiết kiệm các thành phần nằm phía sau của các nhánh này.



Hình H2-44. Các máy biến áp mắc song song.

Chọn các CB lộ ra và nhánh cuối

Sử dụng bảng H1-40

Bảng này cung cấp nhanh chóng giá trị dòng ngắn mạch tại một điểm của lưới, khi biết:

- dòng ngắn mạch ở các điểm phía trước điểm đặt CB đang khảo sát;
- chiều dài, tiết diện và cấu tạo của các cáp ở phía trước.

Sau đó chỉ cần chọn CB có khả năng cắt dòng lớn hơn dòng ngắn mạch tại điểm khảo sát.

Tính toán chi tiết dòng ngắn mạch

Để đạt được các giá trị chính xác hơn, đặc biệt khi khả năng cắt của một CB chỉ thấp hơn một ít so với dòng ngắn mạch trong các bảng đã cho, cần thiết phải tiến hành các phép tính chính xác như đã chỉ ra trong phần H1 mục 4.

Sử dụng các CB hai cực (pha-trung tính) với 1 cực được bảo vệ

Các thiết bị này thường chỉ được trang bị một thiết bị bảo vệ trên pha. Chúng có thể được sử dụng trong sơ đồ TT, TN-S và IT. Trong khi đó, cho sơ đồ IT, các điều kiện sau cần phải được tôn trọng:

- điều kiện (c) của bảng H1-65 để bảo vệ dây dẫn trung tính chống quá dòng trong trường hợp sự cố kép (đôi);

- khả năng cắt: CB 2 cực pha-trung tính cần phải có khả năng cắt trên 1 cực khi có sự cố đôi (ở điện áp pha – pha). Dòng này bằng 15% dòng ngắn mạch ba pha tại chỗ đặt CB (nếu như nhỏ hơn hoặc bằng 10kA), hoặc 25% dòng ngắn mạch 3 pha nếu nó lớn hơn 10kA. Khi ấy, theo qui ước, chỉ cắt có một cực;

- bảo vệ chống chạm điện gián tiếp: được đảm bảo theo các nguyên tắc của sơ đồ IT (mục 6.2 chương G).

Không đủ khả năng cắt dòng

Kỹ thuật ghép tầng là giải pháp đặc biệt khi CB không đủ khả năng cắt dòng.

C.H2

Trong mạch phân phối điện đôi khi vẫn xảy ra trường hợp (chủ yếu là đối với hệ thống công suất lớn), I_{sc} lớn hơn khả năng cắt I_{cu} của thiết bị bảo vệ muốn lắp đặt tại đó. Các giải pháp sau đây có thể được xem xét:

- giải pháp 1: kiểm tra các đặc tính của CB đặt phía trước xem có phải là loại hạn chế dòng và có cho phép sử dụng kỹ thuật ghép tầng (được mô tả sau, trong mục 4.5);

- giải pháp 2: sử dụng loại thiết bị có khả năng cắt lớn hơn;

- giải pháp 3: kết hợp các cầu chì (gI hoặc aM) là loại hạn chế dòng với CB đang xét cho phần mạch phía trước.

Tuy nhiên cách kết hợp này cần phải tuân theo các quy tắc sau:

Quy tắc 1. Chọn cầu chì thích hợp.

Quy tắc 2. Không đặt cầu chì trên dây trung tính, ngoại trừ vài trường hợp trong sơ đồ IT khi có sự cố kép và dòng trên dây trung tính lớn hơn khả năng cắt của CB. Trong trường hợp này sự nóng chảy cầu chì trên dây trung tính tác động phải làm CB cắt tất cả các pha.

4.5 Sự phối hợp các CB

Các điều kiện áp đặt cho các CB hạn chế dòng

Các CB hạn chế dòng sử dụng điện trở của các hồ quang ngắn mạch trong CB để hạn chế dòng. Một phương pháp cải thiện sự hạn chế dòng là lắp thêm các môđul hạn chế dòng riêng (mắc nối tiếp) cho một CB tiêu chuẩn.

Một thanh tiếp điểm (cho mỗi pha) trong môđul sẽ nối hai tiếp điểm (loại chịu công suất lớn). Sự nén tiếp điểm được giữ bằng các lò xo. Các đường dẫn cố định khác mắc nối tiếp với thanh sao cho khi dòng đi qua tất cả tập hợp này, lực điện động có khuynh hướng dịch chuyển thanh để mở các tiếp điểm của nó. Điều này xảy ra ở giá trị

dòng tương đối thấp. Dòng này đi qua hồ quang được tạo tại mỗi tiếp điểm. Điện trở của hồ quang tương đương với tổng trở của nguồn ở điện áp thấp, do đó dòng sẽ bị hạn chế.

Ngoài ra, dòng càng lớn, lực tác động lên thanh lớn và điện trở hồ quang càng lớn khi đường đi của nó dài ra. Nghĩa là biên độ dòng có thể tự điều chỉnh được.

CB dễ dàng cắt ở mức dòng thấp, nhất là khi hệ số cosφ của mạch vòng sự cố tăng do điện trở của hồ quang.

Khi sử dụng sơ đồ ghép tầng, các tiếp điểm chính của CB hạn chế dòng tác động trễ hơn để cho phép CB tốc độ nhanh nằm phía sau cắt dòng sự cố, nghĩa là CB hạn chế dòng vẫn còn đóng.

Thanh tiếp điểm trong môđul hạn chế sẽ trở về trạng thái ban đầu dưới ảnh hưởng của các lò xo nén khi dòng sự cố không còn. Khi CB phía sau từ chối tác động, CB hạn chế dòng sẽ tác động sau khoảng thời gian trễ ngắn.

Kỹ thuật ghép tầng (cascade)

Định nghĩa

Kỹ thuật ghép tầng sử dụng các ưu điểm của CB hạn chế dòng để lắp đặt các thiết bị đóng cắt, cáp và các phần tử của mạch nằm phía sau nó có đặc tính thấp hơn. Do vậy sẽ đơn giản hóa và làm giảm chi phí lắp đặt

Sử dụng khả năng hạn chế dòng của các máy cắt cho phép dùng các thiết bị đóng cắt nằm phía sau chúng có đặc tính cắt ngắn mạch, khả năng chịu nhiệt và điện cơ thấp hơn. Kích thước và tính năng kém hơn cũng giúp tiết kiệm và đơn giản hóa việc lắp đặt lưới.

Các CB hạn chế dòng có tác dụng tới các thiết bị phía sau bằng cách tăng tổng trở nguồn trong điều kiện ngắn mạch, nhưng lại vô hiệu

quả trong các trường hợp, như trong lúc khởi động động cơ lớn (khi ta cần tổng trở nguồn nhỏ).

Các CB loại Compact mới như NS100, NS160, NS250 và NS400, có khả năng hạn chế dòng rất lớn được quan tâm đặc biệt.

Điều kiện sử dụng

> *Nói chung, các thử nghiệm trong các phòng thí nghiệm rất cần thiết để đảm bảo các điều kiện vận hành thỏa mãn các tiêu chuẩn quốc gia, và sự tương hợp của các tổ hợp đóng cắt cần được nhà chế tạo cung cấp.*

Các tiêu chuẩn quốc gia cho phép sử dụng kỹ thuật ghép tầng với điều kiện là năng lượng mà CB hạn chế dòng phía trước cho đi qua không được lớn hơn khả năng chịu đựng (mà không hư hại) của một hoặc nhiều CB phía sau.

Điều này chỉ có thể được kiểm tra bằng các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm của nhà chế tạo. Các nhà chế tạo phải cung cấp các thông tin dưới dạng bảng để người sử dụng có thể thiết kế theo sơ đồ cascade.

Bảng H2-45 đưa ra các khả năng ghép tầng của các CB C60 và NC100 với các CB hạn chế dòng NS250N, H, L nằm phía trước cho mạng 230/400 V hay 240/415 V 3 pha.

Ưu điểm của kỹ thuật ghép tầng

Sự hạn chế dòng đem lại sự tiện lợi cho các CB nằm phía sau. CB giới hạn dòng có thể đặt tại bất kỳ điểm nào của lưới khi các CB nằm sau nó có trị định mức không tương thích.

Kết quả là:

- đơn giản hoá các tính toán dòng ngắn mạch;

- đơn giản việc chọn lựa các thiết bị (sự chọn lựa rộng hơn cho các thiết bị đóng cắt nằm phía sau);

- tiết kiệm giá thành lắp đặt thiết bị vì sự hạn chế dòng ngắn mạch cho phép sử dụng các thiết bị có đặc tính thấp hơn và rẻ hơn;

- tiết kiệm không gian vì các thiết bị có đặc tính thấp hơn thường gọn hơn.

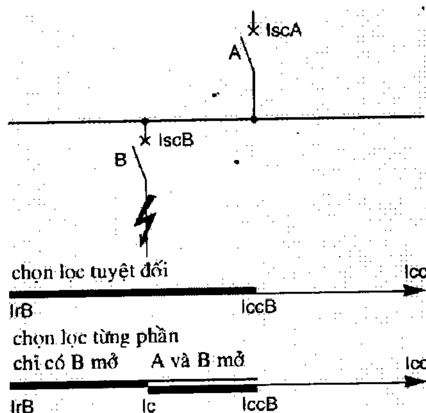
Tính cắt chọn lọc

Chọn lọc của bảo vệ có thể là tuyệt đối hoặc từng phần và được dựa trên nguyên lý mức dòng, thời gian trễ hoặc phối hợp cả hai. Sự phát triển của phối hợp bảo vệ gần đây nhất là theo nguyên lý logic. Một hệ thống của Merlin Gerin (đã được cấp bằng phát minh) khai thác ưu điểm của hạn chế dòng và phối hợp bảo vệ.

Có sự chọn lọc bảo vệ khi xảy ra một sự cố ở bất kỳ một điểm nào của hệ thống, nếu như sự cố đó được loại trừ bởi thiết bị bảo vệ đặt ngay phía trước điểm sự cố (hình H2-46), còn các CB khác sẽ không tác động.

Sự chọn lọc giữa hai CB A và B là tuyệt đối nếu dòng ngắn mạch lớn nhất trên mạch B nhỏ hơn dòng tác động của A. Khi đó chỉ có B tác động (hình H2-47).

Sự chọn lọc là từng phần nếu dòng ngắn mạch lớn nhất trên mạch B vượt quá dòng ngưỡng tác động của A. Khi ấy, cả A và B cùng tác động (hình H2-48).

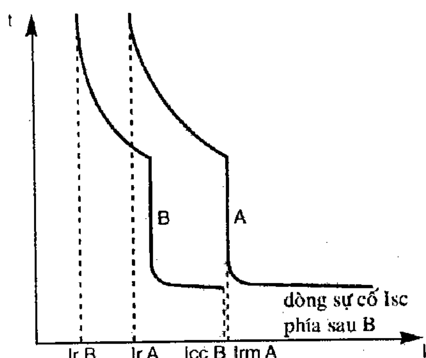


Hình H2-46. Chọn lọc tuyệt đối và từng phần.

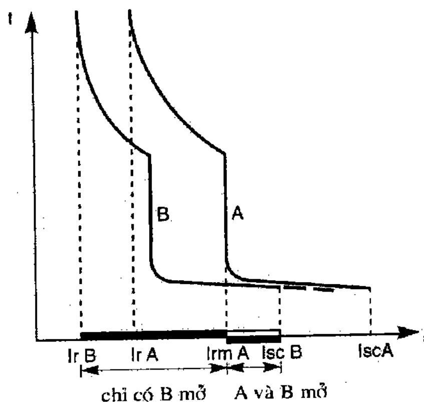
C.H2

Bảng H2-45. Ví dụ về khả năng ghép tầng cho lưới 230/400V hoặc 240/415V 3 pha

Khả năng cắt của CB phía trước (hạn chế dòng)			
kA (trị hiệu dụng)			
150			NS250L
100			
70		NS250H	
36	NS250N		
25			
22			
Khả năng cắt của các CB nằm phía sau (khi áp dụng kỹ thuật ghép tầng)			
kA (trị hiệu dụng)			
150			NC100LH NC100LMA
100			NC100LS
70		NC100LS NC100LH NC100LMA	NC100L
50		NC100L	
40		C60L ≤40	C60L ≤40
30	C60H C60L	C60N C60H C60L (50 đến 63) NC100H	C60N C60H C60L (50 đến 63) NC100H
25	C60N NC100H		
20		C60a	C60a
15	C60a		



Hình H2-47. Chọn lọc tuyệt đối giữa CB A và B .

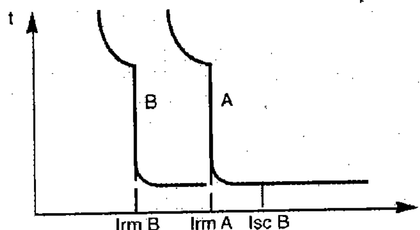


Hình H2-48. Chọn lọc từng phần giữa CB A và B.

Bảng H2-49. Bảng tổng kết các phương pháp sử dụng để thiết lập tính chọn lọc

1. Chọn lọc theo mức dòng

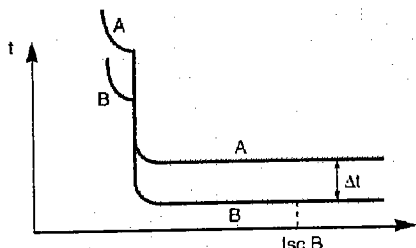
Chọn lọc này dựa trên việc chọn ngưỡng dòng tác động của các rơle, từ rơle cuối nguồn tới đầu nguồn theo bậc. Tính chọn lọc có thể là tuyệt đối và từng phần.



2. Chọn lọc theo thời gian trễ kiểu bậc thang

Chọn lọc này dựa trên sự chênh lệch về thời gian tác động sao cho rơle gần nguồn có thời gian tác động lớn và càng xa nguồn thì càng nhỏ.

CB A ở phía trên có thể sử dụng độ trễ đủ để đạt được tính chọn lọc tuyệt đối khi phối hợp với B (ví dụ: Masterpact điện tử).



C.H$_2$

Tiếp bảng H2-49

3. Chọn lọc hỗn hợp (1+2)

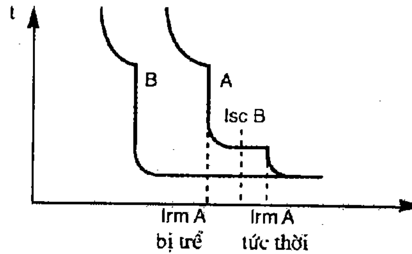
Một bộ làm trễ thời gian kiểu cơ học góp phần cải thiện đặc tính của chọn lọc theo tác động dòng.

Chọn lọc là tuyệt đối nếu $I_{SCB} < I_{rmA}$ (giá trị tức thời).

CB ở phía trước có thể sử dụng hai ngưỡng tác động:

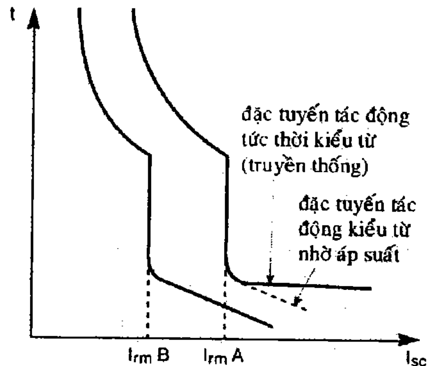
- giá trị trễ I_{rmA} hoặc bộ tạo trễ kiểu điện tử SD (short - delay);

- giá trị tức thời I_{rmA} chuẩn (Compact kiểu SA).



4. Chọn lọc dựa trên mức năng lượng hồ quang (bằng sáng chế của Merlin Gerin)

Hệ thống này cho phép chọn lọc tuyệt đối giữa hai CB có cùng dòng sự cố. Điều này đạt được nhờ sử dụng CB hạn chế dòng và tác động CB nhờ cảm ứng áp suất trong buồng hồ quang của CB. Mức áp suất không khí bị nóng lên tùy thuộc vào mức năng lượng của hồ quang (xem hình H2-54 và H2-55)



Chọn lọc theo giá trị dòng

Kỹ thuật này sử dụng sự phân bậc ngưỡng dòng tác động của phần tử tác động tức thời kiểu từ.

CB phía sau không là loại hạn chế dòng

Tính chọn lọc có thể là tuyệt đối hoặc từng phần với sự cố phía sau B (như ở mục trước).

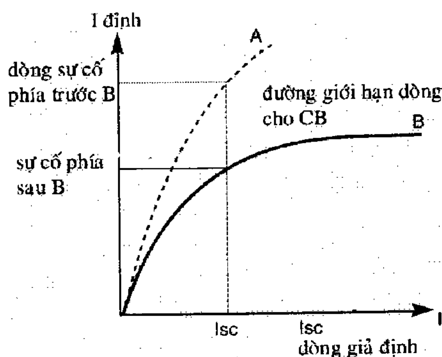
Tính chọn lọc tuyệt đối trong trường hợp này là không thể có do $I_{SCA} \approx I_{SCB}$ nên cả 2 CB cùng tác động.

Khi ấy, chọn lọc là từng phần và được giới hạn theo I_{rm} của CB nằm phía trước.

CB phía sau là loại hạn chế dòng

Để cải thiện đặc tính chọn lọc theo giá trị dòng nên sử dụng một CB hạn chế dòng ở mạch phía sau nghĩa là CB B. Khi xảy ra ngắn mạch ở phía sau thiết bị B, dòng hạn chế I_B sẽ tác động CB B, song không đủ để A tác động.

Lưu ý: mọi CB mà ta xem xét ở đây đều có mức độ hạn chế dòng nào đó, dù cho chúng không được xếp vào loại hạn chế dòng. Điều này cần lưu ý cho đặc tuyến của CB chuẩn A trên hình H2-50. Chỉ bằng các tính toán và thử nghiệm cẩn thận mới cho phép thực thi kiểu phối hợp này.



Hình H2-50. CB B là giới hạn dòng.

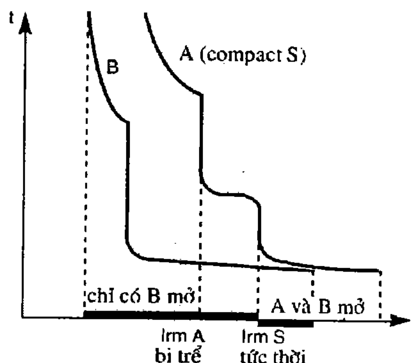
CB phía trước thuộc dạng tác động nhanh với trễ hạn ngắn (SD)

Các thiết bị này được trang bị bộ tác động có gắn thêm bộ làm trễ cơ học không hiệu chỉnh. Như vậy độ trễ đưa vào đảm bảo tính chọn lọc với tất cả các CB tác động nhanh (đặt ở mạch phía sau) với bất kỳ dòng sự cố nào nhỏ hơn I_{rmS} (hình H2-51).

C.H2

Ví dụ: CB A: Compact NS250N trang bị một bộ tác động SD. I_r = 250 A, giá trị đặt bộ tác động là 2000 A. CB B: Compact NS100N. I_r = 100 A.

Sách tra cứu phân phối điện Merlin Gerin cho biết giá trị giới hạn của tính chọn lọc: 3000A (thay vì 2500A nếu như ta sử dụng bộ tác động kiểu chuẩn).



Hình H2-51. Sử dụng một CB chọn lọc ở phía trước.

Chọn lọc theo thời gian

> *Sự chọn lọc theo thời gian sử dụng các CB có tính chọn lọc. Ứng dụng của nó là tương đối đơn giản vì nó dựa trên cơ sở làm trễ nhiều hoặc ít thời điểm mở của các CB mắc nối tiếp theo trình tự thời gian kiểu bậc thang.*

Kỹ thuật này cần:

- đưa vào "bộ định thì" trong cơ cấu tác động;

- các CB có khả năng chịu được các hiệu ứng nhiệt và điện động của dòng trong thời gian làm trễ.

Hai CB A và B mắc nối tiếp (như vậy giá trị dòng đi qua chúng là như nhau) sẽ có tính chọn lọc nếu như thời gian cắt của B ngắn hơn thời gian tác động của A.

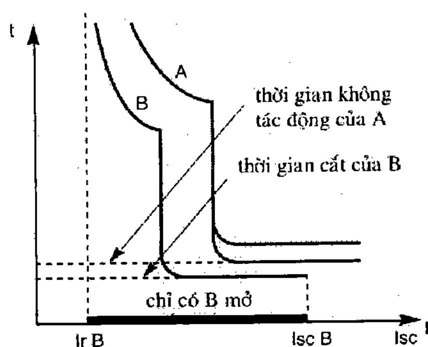
Chọn lọc nhiều cấp

Ví dụ thực hiện với các CB Masterpact (bảo vệ điện tử) (MG).

Chúng có thể được trang bị các bộ tạo trễ ở 4 nấc điều chỉnh như:

- độ trễ (tương ứng với một nấc cho trước) có giá trị lớn hơn toàn bộ thời gian cắt của nấc thấp hơn ngay phía sau;

- độ trễ tương ứng với nấc đầu tiên có giá trị lớn hơn toàn bộ thời gian cắt của một CB cắt nhanh (dạng Compact) hoặc của cầu chì (hình H2-52);



Hình H2-52. Chọn lọc theo thời gian.

C.H2

Sự chọn lọc logic

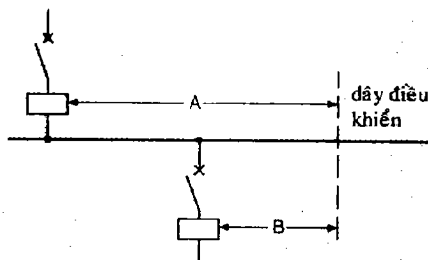
> *Các sơ đồ chọn lọc được dựa trên các kỹ thuật logic, sử dụng CB với bộ tác động điện tử theo đặt hàng (Compact, Masterpact của MG) và được kết hợp với nhau qua dây điều khiển.*

Sự chọn lọc dạng này được thực hiện với các CB có bộ tác động điện tử với sự trợ giúp của dây dẫn điều khiển để trao đổi thông tin giữa các CB.

Giữa hai mức A và B, CB A sẽ cắt tức thời ngoại trừ trường hợp nếu như rơ le của CB B gởi cho nó lệnh khóa trong trường hợp sự cố ở

mạch phía sau B. Bộ tác động của A chuyển sang trạng thái định thì (điều này đảm bảo an toàn trong trường hợp khi CB phía sau không thể cắt được sự cố).

Hệ thống này (bản quyền thuộc Merlin Gerin) còn cho phép định vị nhanh chóng sự cố.



Hình H2-53. Chọn lọc logic.

Chọn lọc và giới hạn nhờ dùng năng lượng hồ quang

Các CB mới sản xuất dạng NS của Merlin Gerin sử dụng nguyên tắc mức năng lượng hồ quang để tạo tính chọn lọc.

Kỹ thuật này dùng cho các mạch có dòng ngắn mạch $\geq 25I_n$ và đảm bảo tính chọn lọc tuyệt đối giữa hai CB có cùng dòng ngắn mạch đi qua.

Kỹ thuật này đòi hỏi năng lượng đi qua CB B nhỏ hơn năng lượng làm tác động CB A trên nguồn (hình H2-54 a).

Nguyên tắc vận hành

Cả hai CB có khả năng hạn chế dòng, do đó lực điện từ do ngắn mạch phía dưới của CB B làm tiếp điểm hồ quang hạn chế dòng của cả hai CB đồng thời mở. Dòng sự cố sẽ bị hạn chế nhờ hai hồ quang mắc nối tiếp. Cường độ nhiệt của hồ quang trong mỗi CB làm không khí trong các ngăn dập hồ quang nở ra và tăng nhanh áp suất. Ở trên một mức dòng nào đó, tốc độ tăng áp suất có thể dùng để phát hiện và khởi động cắt tức thời.

Nguyên tắc chọn lọc

Nếu cả hai CB có bộ cắt theo áp suất được chỉnh định đúng, sự chọn lọc cho hai CB có định mức khác nhau đòi hỏi phải chỉnh CB B

cắt ở mức áp suất thấp hơn CB A (hình H2-54). Nếu ngắn mạch xảy ra sau A và trước B, chỉ có hồ quang của A hạn chế dòng mà thôi. Dòng trong trường hợp này sẽ lớn hơn so với trường hợp sự cố xảy ra sau B. Dòng qua A lớn hơn sẽ sinh áp suất lớn hơn, đủ để làm bộ tác động theo áp suất làm việc (sơ đồ b và c trên hình H2-54).

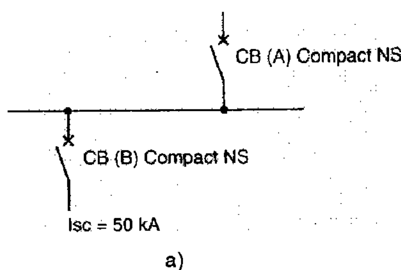
Theo hình bảng H2-49, dòng ngắn mạch càng lớn, CB cắt càng nhanh.

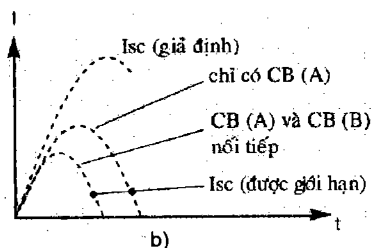
Sự chọn lọc được đảm bảo nếu:

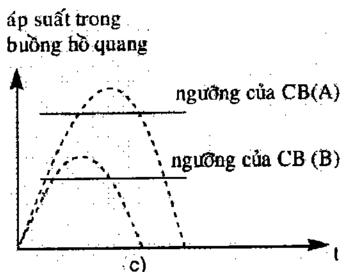
- tỉ số dòng định mức của 2 CB ≥ 2,5;

- tỉ số dòng ngắt chỉnh định > 1,6 như trên hình H2-55.

Đối với điều kiện ngắn mạch ≤ $25I_n$ ta dùng các sơ đồ bảo vệ truyền thống như đã đề cập.

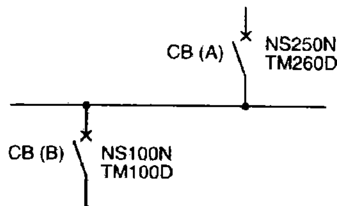






Hình H2-54. Nguyên tắc chọn lọc theo năng lượng hồ quang.

C.H2



Hình H2-55. Tỉ lệ dòng định mức của các CB và bộ tác động phải tương xứng với giới hạn đã nêu để đảm bảo tính chọn lọc.

4.6 Bảo vệ chọn lọc trong trạm biến áp khách hàng trung/hạ

Nói chung, máy biến áp của một trạm khách hàng được bảo vệ bằng một bộ các cầu chì ở phía trung áp theo tiêu chuẩn IEC787 và IEC 420, phụ thuộc vào công suất của máy biến áp.

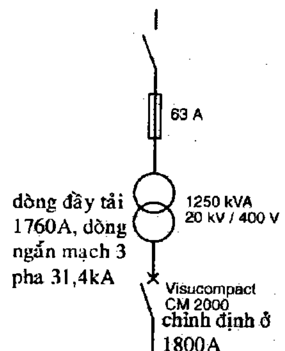
Để tránh sự tác động cầu chì khi có sự cố ở phía sau CB hạ áp tổng, đặc tính vận hành của CB phải nằm phía trái đường cong tiền hồ quang của cầu chì. Đòi hỏi này xác định một cách tổng quát những ngưỡng tối đa cho đặc tính của CB tổng phía hạ áp:

- giá trị chỉnh định dòng cắt ngắn mạch lớn nhất của bộ tác động từ;

- giá trị tối đa của độ trễ đưa vào để thực hiện việc chọn lọc theo thời gian.

Xem chương C mục 3.2.7 và phụ lục C1 để biết thêm chi tiết.

- Công suất ngắn mạch hệ thống tại phía sơ cấp: 250 MVA.
- Biến áp trung/hạ: 1250 kVA; 20/0,4 kV.
- Cầu chì: 63A (bảng C11).



Hình H2-56. Ví dụ.

- Liên kết biến áp-với CB tổng: 10m cáp một lõi.
- CB tổng phía hạ thế: Visucompact CM2000 hiệu chỉnh ở 1800A (I_r).

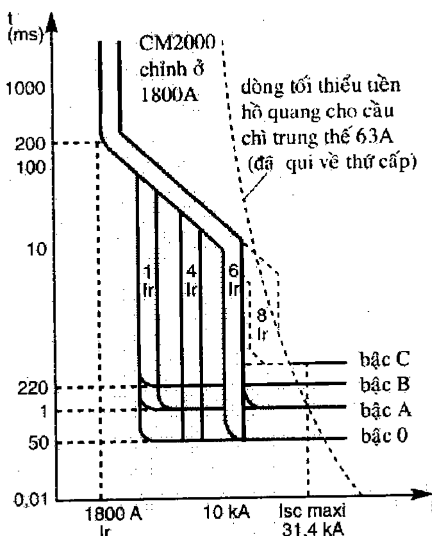
Tính toán dòng tác động lớn nhất và thời gian trễ cho phép?

Hình H2-57 cho thấy sự phối hợp có được nếu thời gian trễ của CB được chỉnh tại:

- ngưỡng $\leq 6I_r = 10,8$ kA

- thời gian trễ của bậc 0 hoặc A.

Phương sách chung cho sự phối hợp cầu chì trung thế - CB hạ thế ở một số nước dựa trên giới hạn sai số sản xuất được tiêu chuẩn hóa và được nêu lên trong chương C, mục 3.2.7 và hình C21.



Hình H2-57. Sự so sánh các đường cong của CB phía hạ áp và cầu chì phía trung áp.

Nếu biến áp được điều khiển bằng một máy cắt phía trung thế, người ta thường đặt riêng biệt các rơle lấy tín hiệu từ CT (biến dòng) và / hoặc VT (biến điện áp) để kích cuộn shunt của máy cắt. Bảo vệ chọn lọc cùng với cắt nhanh do sự cố ở biến áp được đảm bảo bằng phương pháp mô tả trong chương C, mục 3.2.

C.H2

CHƯƠNG J

CÁC NGUỒN VÀ TẢI ĐẶC BIỆT

1. BẢO VỆ MẠNG CẤP ĐIỆN TỪ MÁY PHÁT ĐIỆN

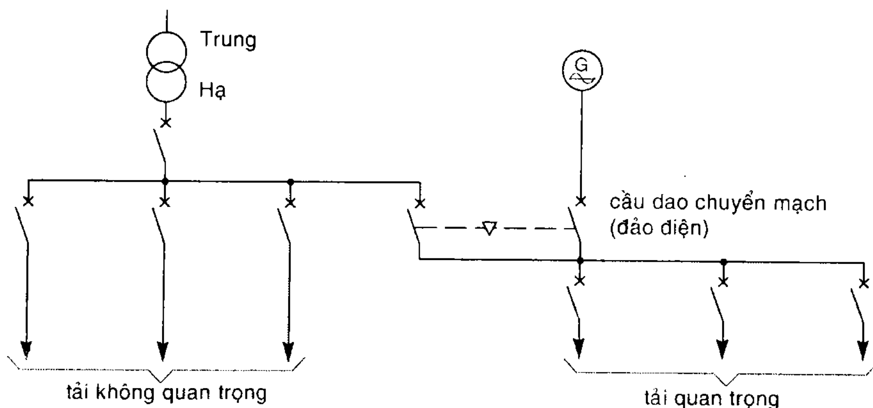
Khi thiết bị được cung cấp từ những nguồn xoay chiều (từ biến áp trung/hạ hoặc máy phát điện hạ áp), vấn đề khó khăn là đảm bảo sự hoạt động tốt của hệ thống bảo vệ với các nguồn khác nhau. Cốt lõi của vấn đề là sự khác nhau rất lớn giữa tổng trở của các nguồn. Tổng trở của máy phát lớn hơn nhiều tổng trở máy biến áp. Điều này dẫn đến sự khác nhau về giá trị của dòng điện sự cố.

Hầu hết các lưới điện công nghiệp và thương mại lớn đều gồm một số tải quan trọng mà nguồn phải được duy trì trong trường hợp lưới điện quốc gia bị sự cố như:

+ các hệ thống an toàn (chiếu sáng sự cố, thiết bị chữa cháy tự động, quạt thoát khói, báo động và tín hiệu, v.v...);

+ các mạch điện quan trọng cấp điện cho các thiết bị mà nếu ngừng hoạt động sẽ gây thiệt hại cho sản xuất, hay làm hư hỏng dụng cụ, v.v...

Một trong những biện pháp duy trì cung cấp điện cho các tải thiết yếu khi có sự cố nguồn là sử dụng máy phát điện - diesel được nối thông qua cầu dao đảo với tủ đóng cắt dự phòng để nuôi các thiết bị đó (hình J1-1).



Hình J1-1. Ví dụ mạch được cung cấp từ máy biến áp và máy phát.

1.1 Máy phát điện khi có ngắn mạch

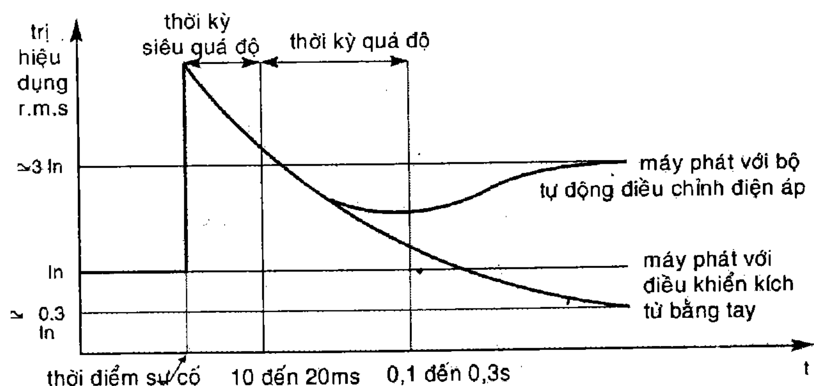
Sự hình thành dòng ngắn mạch (hình J1-2)

Ngoài khó khăn là các giá trị của dòng điện sự cố từ máy phát điện dự phòng không lớn, một khó khăn khác là trong suốt giai đoạn mà máy cắt hạ thế dự kiến phải hoạt động, biên độ dòng ngắn mạch thay đổi rất lớn.

Ví dụ, khi ngắn mạch 3 pha tại đầu cực của máy phát, giá trị hiệu dụng của dòng sẽ từ $3I_n$ lên tới $5I_n$. Khoảng thời gian 10 ms tới 20 ms tiếp theo được gọi là giai đoạn siêu quá độ khi dòng giảm nhanh từ giá trị ban đầu. Dòng điện tiếp tục giảm trong thời gian quá độ kéo dài từ 80 ms tới 280 ms tuỳ theo loại, kiểu máy v.v... Hiện tượng này được gọi là "dòng xoay chiều tắt dần". Dòng sẽ ổn định trong khoảng 0,5 s, hoặc hơn, và thay đổi phụ thuộc chủ yếu vào loại hệ thống kích từ:

+ điều khiển bằng tay;

+ tự động (xem hình J1-2).



Hình J1-2. Dòng ngắn mạch khi có ngắn mạch ba pha trên đầu cực máy phát.

Hầu hết các hệ thống phát điện hiện nay đều có bộ điều áp tự động để duy trì một điện áp không đổi. Bộ phận này sẽ thay đổi sức điện động của máy phát.

Điều này dẫn đến việc tăng cao dòng sự cố trong giai đoạn quá độ từ $2,5I_n$ đến $4I_n$ (hình J1-2). Trong một vài trường hợp với điều khiển kích từ bằng tay, tổng trở của máy làm giảm dòng ngắn mạch tới I_n hoặc có thể thấp tới $0,3I_n$ nhưng thường xấp xỉ I_n. Hình J1-2 biểu thị giá trị hiệu dụng của dòng điện với giả sử rằng không có thành phần quá độ một chiều (d.c). Trong thực tế thành phần này luôn tồn tại ở một mức độ nào đó trong ít nhất hai pha và trở nên lớn nhất khi có ngắn mạch ở đầu cực máy phát. Điều này làm phức tạp thêm vấn đề bảo vệ mạch điện. Trong thực tế thành phần d.c trong mỗi pha sẽ tăng giá trị hiệu dụng của dòng, do đó các tính toán và thiết lập dòng chỉnh định cho các thiết bị bảo vệ dựa trên thành phần xoay chiều a.c vẫn có tác dụng, nghĩa là dòng điện thực tế luôn luôn bằng hoặc lớn hơn tính toán.

Điểm ngắn mạch càng xa máy phát, thì dòng sự cố càng thấp và thành phần quá độ d.c càng nhanh triệt tiêu. Thêm vào đó, sự tắt dần

dòng xoay chiều sẽ được bỏ qua khi tổng trở hệ thống tới điểm sự cố có giá trị lớn so với giá trị điện kháng của máy phát.

Dữ liệu tổng trở của máy phát điện

Nhà sản xuất cung cấp các giá trị tổng trở được nhắc tới dưới đây. Trở kháng nhỏ đáng kể so với cảm kháng. Từ giá trị thay đổi đều của trị hiệu dụng dòng điện i, ta có thể rút ra rằng điện kháng hiệu quả (*) thay đổi dần từ giá trị thấp (điện kháng siêu quá độ) đến giá trị cao (điện kháng đồng bộ).

Giá trị được xem xét dưới đây lấy ra từ sơ đồ thí nghiệm và tương ứng với giá trị dòng điện tại thời điểm ngắn mạch.

(*) Sự giải thích về tầm quan trọng của giá trị điện kháng cố định và mối quan hệ của nó với sự biến đổi của dòng điện được trình bày trong phụ lục J1.

+ điện kháng siêu quá độ x''_d được biểu thị bằng % bởi nhà sản xuất (tương tự như điện áp ngắn mạch của máy biến áp). Giá trị Ω của nó được tính như sau:

$$X''_d = \frac{x''_d U_n^2 10^{-5}}{P_n}$$ với:

x''_d: %

U_n - V (pha/pha);

P_n - kVA

+ điện kháng quá độ x'_d (%) được chuyển sang Ω bằng công thức:

$$X'_d\,(\Omega) = \frac{x'_d U_n^2 10^{-5}}{P_n}$$

+ điện kháng thứ tự không x'_o(%) được chuyển sang Ω bằng công thức:

$$X'_o\,(\Omega) = \frac{x'_o U_n^2 10^{-5}}{P_n}$$

Trong trường hợp thiếu dữ kiện chính xác ta có thể sử dụng những giá trị sau đây:

$x''_d = 20\%$

$x'_d = 30\%$

$x'_o = 6\%$

P_n và U_n là công suất định mức ba pha (kVA) và điện áp pha/pha định mức (V) của máy phát điện.

Điện kháng siêu quá độ được sử dụng khi tính toán giá trị dòng định mức cắt ngắn mạch cho CB hạ thế có thời gian hoạt động bằng hoặc dưới 20ms, cũng như độ bền điện động của CB và các thành phần khác (thanh dẫn, cáp đơn, v.v..). Điện kháng quá độ được sử dụng khi xem xét khả năng cắt mạch của CB hạ thế với thời gian cắt hơn 20 ms, khả năng chịu nhiệt của thiết bị đóng cắt và các bộ phận khác trong hệ thống.

Chú ý: từ thời điểm xảy ra ngắn mạch, điện kháng của máy phát điện tăng rất nhanh. Điều này có nghĩa là biên độ dòng điện được tính khi sử dụng các giá trị x''_d và x'_d không đổi (cho khả năng cắt mạch) luôn lớn hơn biên độ dòng điện thật sự tại thời điểm tiếp điểm máy cắt tách ra, nghĩa là luôn có một hệ số an toàn trong cách tính toán này.

Các tính toán khả năng cắt ngắn mạch của máy cắt này được dựa trên các thành phần a.c đối xứng của dòng điện, nghĩa là các thành phần d.c không được tính tới.

Đối với khả năng tạo ngắn mạch của thiết bị cắt, thành phần d.c rất quan trọng (xem chương C, mục 1.1, hình C.5).

Giá trị dòng ngắn mạch tại đầu cực máy phát

Dòng ngắn mạch 3 pha quá độ tại đầu cực máy phát:

$$I_{sc} = (I_g/x'_d.)100 \ *$$

(*) cho CB có thời gian cắt lớn hơn 20 ms

với:

I_g - dòng định mức đầy tải của máy phát;

x'_d - điện kháng quá độ mỗi pha của máy phát, %.

Khi các giá trị này được so sánh với các giá trị khi có ngắn mạch tại đầu cực của máy biến áp có cùng công suất kVA, ta thấy biên độ dòng điện tại máy phát nhỏ hơn 5 hoặc 6 lần so với biên độ dòng tại máy biến áp.

Ví dụ (hình J1-3)

Biên độ dòng ngắn mạch 3 pha tại điểm A. Tổng trở của mạch không đáng kể so với nguồn.

Máy biến áp nguồn:

I_{sc} 3-pha = 21,5 kA

(xem bảng C20 chương C)

Máy phát điện:

$$I_{sc} \text{ - 3 pha} = \frac{I_g}{x'_d} \times 100 = \frac{P_n}{\sqrt{3}U_n} \times \frac{100}{x'_d}$$

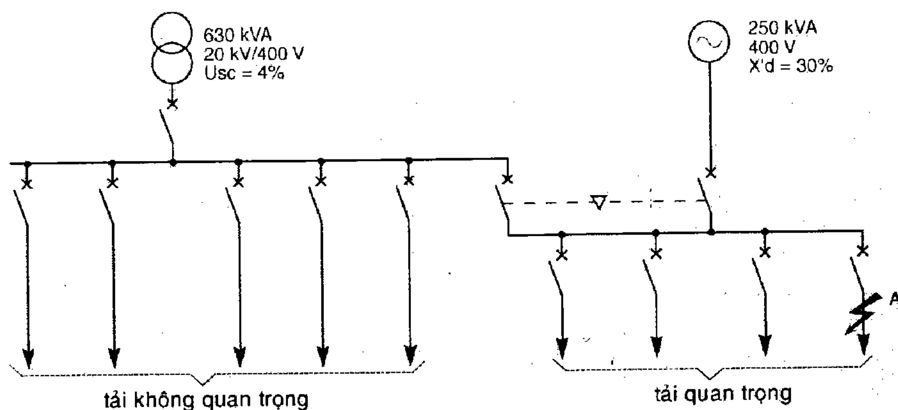
P_n - kVA

U_n - V

x'_d - %

I_{sc} - kA

$$I_{sc} \text{ 3 - pha} = \frac{250 \times 100}{\sqrt{3} \times 400 \times 30} = 1{,}2 \text{ kA}$$



Hình J1-3. Ví dụ cung cấp điện từ nguồn phát dự trữ
cho các hộ tiêu thụ quan trọng.

1.2 Bảo vệ các mạch quan trọng được cấp điện từ máy phát điện khi có sự cố

Khó khăn chính là sự khác biệt nhỏ giữa dòng điện định mức và dòng ngắn mạch của máy phát.

Các tính chất (khả năng cắt dòng ngắn mạch và bộ tác động kiểu từ có hiệu chỉnh) của máy cắt để bảo vệ mạch của các tải quan trọng phải được xác định như trình bày dưới đây:

C.J

Lựa chọn khả năng cắt ngắn mạch

Thông số này phải luôn được tính cho trường hợp nguồn là máy biến áp hoặc nguồn "bình thường" khác.

Hiệu chỉnh bộ tác động kiểu từ

Trong thực tế ta chỉ chú ý đến các máy cắt bảo vệ các tải quan trọng tại tủ phân phối chính.

Bảo vệ mạch tại tủ phân phối khu vực và tủ phân phối phụ luôn được hiệu chỉnh ở mức thấp hơn so với tại tủ phân phối chính. Do vậy (trừ các trường hợp bất thường) các dòng sự cố từ máy phát đủ để các thiết bị bảo vệ hoạt động ở những mức thấp.

Có hai khó khăn cần khắc phục:

- cần phối hợp bảo vệ mạch với mạch bảo vệ cho máy phát

Các yêu cầu bảo vệ cơ bản của máy phát như là bảo vệ quá tải được chỉ ra ở đồ thị trong hình J1-4 (xem ghi chú 1);

- bảo vệ người khỏi điện giật do các tiếp xúc gián tiếp một khi bảo vệ này phụ thuộc vào hoạt động của rơle quá dòng (ví dụ trong hệ thống IT hoặc TN). Hoạt động của các rơle này phải được bảo đảm, cho dù nguồn là máy phát hay máy biến áp (xem ghi chú 2).

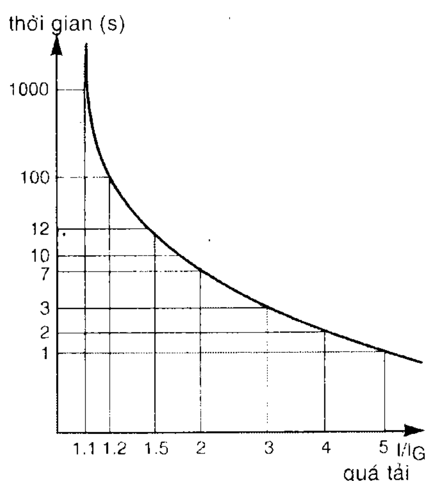
Do đó hiệu chỉnh mức ngắt của rơle từ trễ hay tức thời đều phải đặt tại mức sự cố nhỏ nhất xảy ra tại điểm xa nhất của mạch, khi nguồn là máy phát.

Ghi chú 1. Bảo vệ tốc độ cao và nhạy cho máy phát khỏi sự cố bên trong (nghĩa là phía trước CB của nó) luôn có thể được bằng cách sử dụng sơ đồ bảo vệ so lệch dùng dây điều khiển và biến dòng, với ưu điểm là có sự phối hợp tuyệt đối với sơ đồ bảo vệ mạch. Tuy vậy vấn đề bảo vệ quá tải chọn lọc vẫn còn tồn tại. Một giải pháp được sử dụng rộng rãi cho vấn đề này là dùng rơle quá dòng điều khiển bằng điện áp hoạt động theo nguyên tắc sau: dòng ngắn mạch làm sụt áp nhiều hơn dòng quá tải. Rơle quá tải dòng/thời gian nghịch có hai đặc tuyến hoạt động được sử dụng. Một trong hai đặc tuyến đó tương ứng với hình J1-4 và rất hữu hiệu khi mức điện áp của hệ thống bình thường.

Nếu điện áp hệ thống thấp hơn giá trị đặt trước, rơle sẽ tự động chuyển qua hoạt động nhanh hơn và ở mức dòng thấp hơn so với hình J1-4. Tuy vậy các bộ tác động kiểu từ có ngưỡng thấp hiện đại thường cho một giải pháp đơn giản hơn (như trong phần 1-3).

Ghi chú 2. Khi mức độ dòng chạm đất không đủ lớn (trong hệ thống IT (*) và TN) để tác động máy cắt lúc quá dòng, bảo vệ chống điện giật do tiếp xúc gián tiếp có thể đạt được bằng cách sử dụng RCD tương ứng, như đã hướng dẫn trong chương G mục 6.5 (cho mạch IT) và mục 5.5 (mạch TN).

(*) hai sự cố chạm đất đồng thời trên các pha khác nhau (hoặc trên pha và trên dây trung tính) là cần thiết được tính toán cho sơ đồ IT.



Hình J1-4. Bảo vệ quá tải của máy phát .

C.J

1.3 Lựa chọn bộ tác động

Tính toán tổng trở mạch vòng sự cố (Z_s) cho sơ đồ IT và TN

Xác định giá trị tối thiểu của dòng ngắn mạch từ cách tính tổng trở mạch vòng sự cố Z_s (bằng phương pháp tổng trở) là rất khó, bởi vì khó xác định chính xác các tổng trở thứ tự 0. Khi hệ thống được biết với đầy đủ chi tiết, tổng trở có thể xác định bằng cách dùng các phần mềm. Các phương pháp tính cho ngắn mạch 3 pha và 1 pha được trình bày trong mục 1.4.

Bảng J1-5. Sơ đồ bảo vệ mạch quan trọng

phòng máy phát diesel
cầu dao chuyển mạch
B
tải

Đặc tính của bảo vệ cho mạch quan trọng		
Dạng mạch	Định mức cắt sự cố (FBR)	Bộ tác động có hiệu chỉnh
Mạch chính	Cấp điện từ biến áp FBR>Isc	Im hoặc mức cắt trễ < dòng sự cố nhỏ nhất của mạch khi được cấp điện từ máy phát (xem mục 1.2)
Mạch phụ và mạch cuối (cụt)	Cấp điện từ biến áp FBR >Isc	Kiểm tra bảo vệ chống chạm điện gián tiếp cho sơ đồ IT hoặc TN (xem mục 1.2)

Các bộ tác động

Sự lựa chọn các bộ tác động với giá trị chỉnh định thấp nói chung là cần thiết, như Compact NS với STR (thời gian trễ ngắn của ngắt từ điều chỉnh được từ 1.5 tới $10I_r$) hoặc CB Multi 9 đặc tuyến B với dòng tác động từ 3 tới 5 I_n.

Trong thực tế, các CB này (hoặc các thiết bị tương đương) sẽ luôn cần thiết khi dòng định mức của CB lớn hơn một phần ba dòng định mức của máy phát và trong hầu hết các trường hợp sẽ loại bỏ rơle quá tải điều khiển bằng điện áp.

Các nhà sản xuất thường cung cấp bảng tổ hợp các thiết bị cắt cho các sơ đồ máy phát dự phòng thông dụng.

1.4 Các phương pháp tính toán gần đúng

Một lưới gồm máy biến thế 630 kVA (bình thường) có tủ phân phối cho các tải quan trọng. Tủ này có thể được cung cấp từ máy phát diesel dự phòng 400 kVA.

CB nào nên được lắp đặt trên đầu ra từ bảng điện:

- nếu lưới được nối đất theo sơ đồ TN?.
- nếu lưới có sơ đồ IT?.

C.J

Tính giá trị nhỏ nhất của dòng ngắn mạch 3 pha

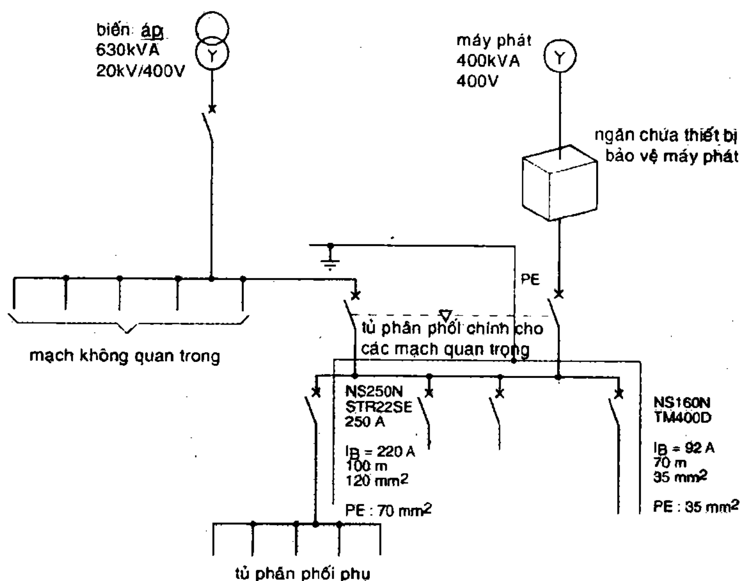
Bảng J1-7 trình bày trình tự tính toán cho một máy phát với một hay nhiều mạch.

Để tính tổng trở của cáp xem phần H1, mục 4.2.

Xem xét mạch 220A trong hình J1-6

Máy phát điện:

$$R_a = 0$$



Hình J1-6. Ví dụ.

Bảng J1-7. Tính toán dòng ngắn mạch 3 pha

Mục	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	I_{SC} (kA)
Máy phát	R_a	X'_d		
Mạch	22,5L/S	0,08xL		
Tổng	R	X	$\sqrt{R^2+X^2}$	$\dfrac{1,05 \times Vn}{\sqrt{R^2+X^2}}$

S - tiết diện dây, mm^2; L - chiều dài, m

$$X'_d = \frac{U_n^2 \times 0,30}{P_n}$$

$$= \frac{400^2 \times 0,30}{400} = 120\,m\Omega$$

Mạch:

$$R_c = \frac{22{,}5 \times 100}{120} = 18{,}75\ m\Omega$$

$$X_c = 0{,}08 \times 100 = 8\ m\Omega$$

Ứng dụng phương pháp trong bảng J1-7;

$$R = R_a + R_c = 0 + 18{,}75 = 18{,}75\ m\Omega$$

$$X = X'_d + X_c = 120 + 8 = 128\ m\Omega$$

Tổng trở mỗi pha:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{(18{,}75)^2 + (128)^2} = 129{,}4 m\Omega$$

$$Isc = \frac{1{,}05V_n}{Z} = \frac{1{,}05 \times 230}{129{,}4}$$

$$I_{sc} = 1{,}87\ kA$$

Ghi chú: trong thực tế luôn có dòng quá độ d.c ở ít nhất hai pha, vì vậy giá trị trên thường bị vượt quá trong thời gian tác động CB.

Tính giá trị tối thiểu dòng ngắn mạch một pha với đất (hình J1-6)

Bảng J1-8 trình bày trình tự tính toán cho máy phát với một hay nhiều mạch.

C.J

Bảng J1-8. Tính toán dòng ngắn mạch 1 pha chạm đất

Mục	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	I_{sc} (kA)
Máy phát	R_a	$\frac{2X'_d + X_o}{3}$		
Mạch	$\frac{22{,}5L(1+m)}{S_{ph}}$	$0{,}08 \times L \times 2$		
Tổng	R	X	$\sqrt{R^2 + X^2}$	$\frac{1{,}05 \times Vn}{\sqrt{R^2 + X^2}}$

Để tính tổng trở cáp xem phần H1, mục 4.2.

Xem xét mạch 220A trong hình J1-6:

- máy phát điện:

$$R_a = 0$$

$$X_a = \left(2 \times 120 \times \frac{400^2}{400} \times 0{,}06\right) \times \frac{1}{3} = 88 \text{ m}\Omega$$

- mạch:

$$R_c = 22{,}5 \times \frac{100 \times (1 + 120/70)}{120} = 50{,}89 \text{ m}\Omega$$

$$X_c = 0{,}08 \text{ x } 100 \text{ x } 2 = 16 \text{ m}\Omega$$

- ứng dụng phương pháp tổng trở

$$R = R_a + R_c = 0 + 50{,}89 = 50{,}89 \text{ m}\Omega$$

$$X = X_a + X_c = 88 + 16 = 104 \text{ m}\Omega$$

Tổng tổng trở:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{50{,}89^2 + 104^2} = 115{,}8 \text{ m}\Omega$$

$$I_{sc1}\,(\text{pha/trung tính}) = \frac{1{,}05 \times 230}{115{,}8} = 2{,}09 \text{ kA}$$

Chỉnh định cho phép tối đa của bộ tác động trễ ngắn hoặc tức thời

- Sơ đồ TN

Trong hai trường hợp sự cố được xem xét (ba pha và một pha/trung tính) sự cố ba pha tạo nên dòng ngắn mạch nhỏ hơn. Do đó giá trị chỉnh định của rơle bảo vệ được chọn phải nhỏ hơn giá trị dòng này.

Đối với mạch đầu ra 220A nên chọn bộ tác động có định mức ở 250A và hiệu chỉnh (theo nguyên tắc) bằng $I_{sc}/250$, nghĩa là

1870/250 = 7,4I_n. Tuy nhiên do sai số chế tạo là ±20%, giá trị chỉnh định tối đa cho phép là 7,4/1,2 = 6,2 I_n.

Bộ tác động loại TM250D được chỉnh ở 6I_n trong CB NS250N (khả năng cắt 36 kA > 21,5 kA), có thể được sử dụng.

- *Sơ đồ IT*

Trong trường hợp này bộ phận bảo vệ phải hoạt động khi sự cố chạm đất điểm thứ hai xảy ra trước khi sự cố chạm vỏ điểm đầu chấm dứt. Điều này gây nên nguy hiểm duy nhất do chạm điện gián tiếp trên hệ thống IT.

Nếu dây trung tính không được sử dụng, thì dòng ngắn mạch tối thiểu cho hệ thống xảy ra khi ngắn mạch pha-pha (nghĩa là sự cố chạm đất đồng thời trên hai pha khác nhau) và bằng 0,866I_{sc} (I_{sc} = dòng ngắn mạch 3 pha).

Nếu có dây trung tính, thì dòng ngắn mạch nhỏ nhất xuất hiện khi có sự cố pha-đất và trung tính -đất xảy ra đồng thời, và giá trị chỉnh định rơle bảo vệ bằng 0,5I_{sc} (pha-trung tính), nghĩa là một nửa dòng ngắn mạch pha-trung tính được sử dụng để bảo đảm rơle hoạt động tốt.

+ Đối với trường hợp không sử dụng dây trung tính, dòng ngắn mạch tối thiểu bằng:

$$0,5 \times 0,866 \times 1,87 = 0,81 \text{ kA}$$

Bộ tác động với định mức ở 250A được chỉnh ở mức:

$$(810/250) \times (1/1,2) = 2,7 \, I_n$$

(hệ số 1,2 dùng để trừ hao ±20% sai số chế tạo cho bộ tác động). TM250D hay STR22SE đặt tại 2,5I_n là thích hợp.

+ Khi dây trung tính được sử dụng, giá trị dòng ngắn mạch nhỏ nhất bằng:

$$0,5 \times 2,08 = 1,04 \text{ kA}$$

Bộ tác động 250A chỉnh ở mức:

$$\left(\frac{1040}{250} x \frac{1}{1,2}\right) = 3,5I_n$$

STR22SE được chỉnh ở mức $3I_n$ là thích hợp.

Ghi chú: Phương pháp trên là dựa trên sự đơn giản hoá các công thức sau:

① $$I_{sc}(3\text{ pha}) = \frac{V_{ph}}{Z_1}$$

② $$I_{sc}(\text{pha/pha}) = \frac{\sqrt{3}V_{ph}}{Z_1 + Z_2}$$

③ $$I_{sc}(\text{pha/đất}) = \frac{3V_{ph}}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

với:

Z_1 - tổng trở thứ tự thuận;

Z_2 - tổng trở thứ tự nghịch;

Z_0 - tổng trở thứ tự không.

Đơn giản hóa:

- Z_1 được cho bằng Z_2 khi đó công thức ② trở thành:

$$\frac{\sqrt{3}Vph}{2Z_1} = 0,866\frac{Vph}{Z_1} \text{ hay } 0,866I_{sc}\ (3\text{ pha})$$

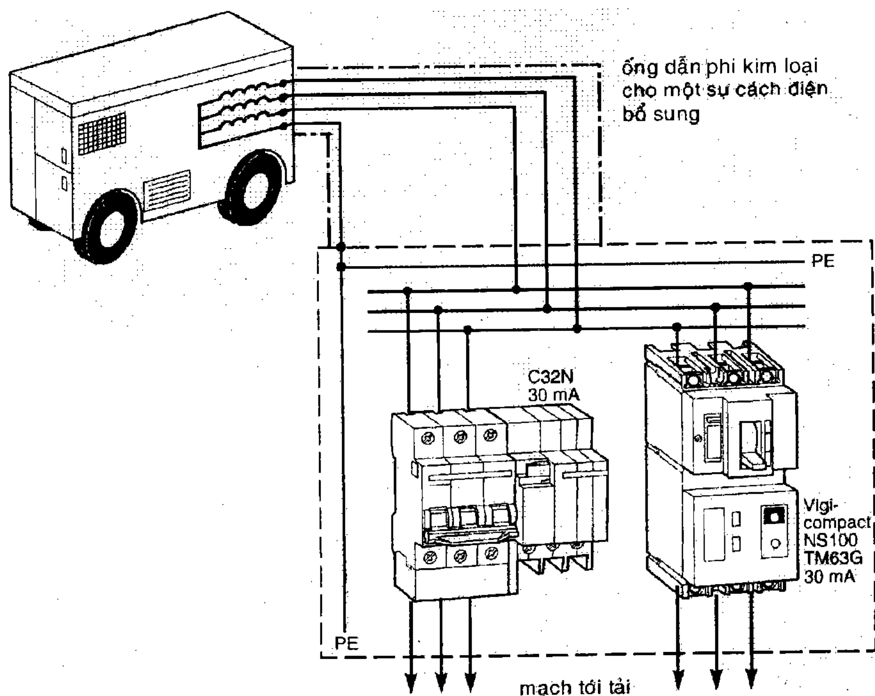
- trong bảng J1-8 giả định rằng tổng trở cáp $X_1 = X_2 = X_0$ do đó trong công thức ③ tổng tổng trở $= (X_1 + X_2 + X_0)1/3 = (3X_1)1/3 = X_1$.

1.5 Bảo vệ máy phát xoay chiều di động và dự phòng

Các tiêu chuẩn quốc gia phân loại các lưới máy phát thành ba loại:

- cố định (được nói đến trong mục 1.1 đến 1.4)
- di động (hình J1-9)
- các bộ nguồn xách tay (hình J1-10).

Loại di động

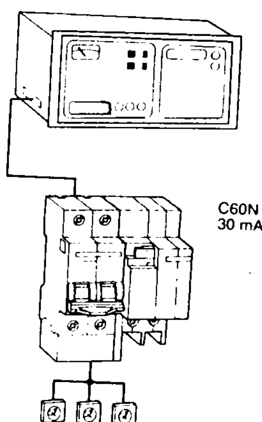


Hình J1-9. Lưới có máy phát di động.

C.J

Loại này được sử dụng chủ yếu để cung cấp điện tạm thời (ví dụ tại công trường) khi an toàn điện được đảm bảo bằng các RCD với giới hạn tác động không quá 30 mA.

Các bộ nguồn xách tay



Hình J1-10. Lưới đi kèm bộ nguồn xách tay.

Việc sử dụng các bộ nguồn xách tay trong dân sự ngày càng trở nên phổ biến. Khi bộ nguồn và các thiết bị kèm theo không nằm trong loại II (cách điện đôi), phần lớn các tiêu chuẩn quốc gia yêu cầu sử dụng RCD 30 mA.

2. BỘ NGHỊCH LƯU VÀ BỘ LƯU ĐIỆN (UPS)

2.1 Bộ nghịch lưu là gì?

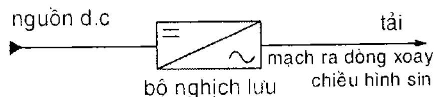
Bộ nghịch lưu cung cấp nguồn a.c. chất lượng cao (nghĩa là hình sin không méo, không bị nhiễu) từ nguồn d.c, vai trò của nó là ngược lại với bộ chỉnh lưu (hình J2-1).

Nhiệm vụ chính của nó (khi kết hợp với bộ chỉnh lưu ở đầu vào) là tạo nên nguồn có chất lượng cao cho các thiết bị không chấp nhận các nhiễu của hệ thống cung cấp điện thông thường (chẳng hạn hệ thống máy tính).

Hệ thống năng lượng là đối tượng của nhiều loại nhiễu làm ảnh hưởng xấu đến chất lượng nguồn: hiện tượng khí quyển (sét, đóng băng), sự cố (ngắn mạch), hiện tượng kí sinh công nghiệp, khởi động các động cơ điện lớn (thang máy), đèn huỳnh quang là những nguyên nhân ảnh hưởng xấu đến chất lượng của nguồn.

Ngoài các sự cố mất điện, các nhiễu còn nằm trong các dạng sụt áp lớn, nhiễu kí sinh tần số cao và thấp, nhiễu phổ liên tục từ các mạch đèn huỳnh quang và các gián đoạn cung cấp điện nhỏ (vài milli-giây) (thường là không thể phát hiện nhưng không thể chấp nhận được cho các hệ thống điện tử nhạy cảm).

Bằng cách thêm các ăcquy tại đầu vào của bộ nghịch lưu (nghĩa là ngang đầu ra của bộ chỉnh lưu đi kèm), ta có một bộ UPS. Trong điều kiện bình thường chỉnh lưu cung cấp tải qua bộ nghịch lưu và đồng thời nạp điện cho ăcquy. Khi nguồn xoay chiều bị mất, ăcquy sẽ tự động duy trì áp đầu ra của bộ nghịch lưu.



Hình J2-1. Chức năng của bộ nghịch lưu.

C.J

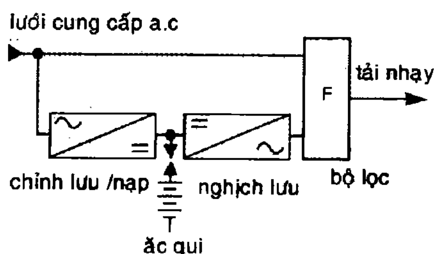
2.2. Các dạng hệ thống UPS

> *Có hai dạng UPS chính:*
>
> *- ngoại tuyến;*
>
> *- trực tuyến.*

Có nhiều loại hệ thống UPS tùy thuộc vào mức độ bảo vệ chống lại "ô nhiễm" của mạng nguồn và sự độc lập nguồn (nguồn dự phòng tự động khi mất điện). Dưới đây mô tả hai loại phổ biến nhất.

Hệ thống UPS ngoại tuyến (hình J2-2)

Loại này được nối song song với nguồn trực tiếp từ mạng phân phối quốc gia như trong hình J2-2, và tự hành trong khả năng của ăcquy khi mất nguồn a.c. Trong điều kiện hoạt động bình thường, bộ lọc bảo đảm chất lượng của dòng trong khi điện áp được giữ không đổi một cách hợp lý ở giá trị định trước bằng sự điều chỉnh tự động bên trong bộ lọc.



Hình J2-2. Hệ thống UPS ngoại tuyến.

Khi giới hạn cho phép bị vượt qua, kể cả mất nguồn hoàn toàn, bộ côngtăctơ mang tải bình thường sẽ chuyển rất nhanh sang UPS (dưới 10ms). Năng lượng được cung cấp từ ăcquy. Khi nguồn hoạt động bình thường trở lại, côngtăctơ sẽ trở về vị trí ban đầu; bộ ăcquy khi đó sẽ được nạp đầy trở lại.

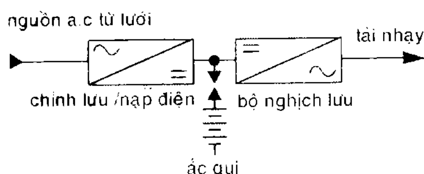
Những thiết bị loại này thường có công suất thấp ($\leq$ 3 kVA) nhưng có khả năng chịu được các dòng quá độ lớn, chẳng hạn như khi khởi động động cơ hay mở các tải điện trở (nguội). Các thiết bị loại này thường được sử dụng cho trạm thông tin ITE (information technology equipment).

Hệ thống UPS trực tuyến (hình J2-3)

Hệ thống được nối trực tiếp giữa lưới điện và tải, và có khả năng tự hành. Khoảng thời gian tự hành này phụ thuộc vào khả năng của ăcquy và công suất của tải.

Hệ thống này cung cấp toàn bộ tải với giá trị sai số nghiêm ngặt không phù thuộc vào tình trạng của mạng điện a.c.

Khi mất nguồn, ăcquy sẽ tự động và bảo đảm liên tục cung cấp dòng a.c. không nhiễu cho tải. Hệ thống này thích hợp cho các tải nhỏ (nhỏ hơn 3 kVA) hoặc lớn (tới nhiều MVA).



Hình J2-3. Hệ UPS trực tuyến.

Các thiết bị khác không bảo đảm sự hoạt động liên tục cấp điện, nhưng lại bảo vệ các tải nhạy cảm khỏi các nhiễu thường xảy ra trên mạng phân phối, gồm có:

+ bộ lọc - phích cắm: đây chỉ là một phích cắm a.c đơn giản dùng để nối tải, trong nó có một bộ lọc cao tần (HF) để giảm các nhiễu kí sinh HF đến mức chấp nhận được. Nó thường được dùng cho các máy tính PC độc lập từ 250 tới 1000 VA cho mục đích văn phòng.

+ bộ lọc điều hòa hợp chuẩn (conditioner) là một hệ thống hoàn hảo dùng để bảo đảm nguồn cung cấp a.c nhưng thiếu khả năng tự hành, nghĩa là không dự trù trường hợp mất điện cung cấp từ mạng a.c.

Chức năng chính của nó là:

- lọc các kí sinh HF;

- giữ một điện thế không đổi hợp lý;

- cách ly tải khỏi mạng điện a.c.

Có thể sử dụng cho văn phòng hay các hệ thống công nghiệp không yêu cầu cấp điện dự phòng một cách liên tục có công suất tới 5000VA.

Bảng J2-4. Ví dụ về khả năng và sử dụng các bộ nghịch lưu trong sơ đồ "khử nhiễm" và UPS

Dạng của bộ UPS, bộ lọc điều hòa hợp chuẩn , bộ lọc	Đầu cắm có bộ lọc	Bộ lọc điều hòa hợp chuẩn	UPS slim- line	UPS ngoại tuyến	UPS trực tuyến
Giản đồ nguyên lý				F	F
Nhiễu được xem xét					
Dạng của nhiễu Biện pháp hiệu chỉnh					
kí sinh cao tần	X	X	X	X	X
Điều chỉnh áp		X	X	X	X
Tự hành					
10 đến 30ms (theo khả năng của ăcqui)			X	X	X
Công suất định mức					
≤250VA	X	X	X	X	X
300 - 1000VA		X	X	X	X
1000 - 2500 VA		X		X	X
>2500 VA		X			X
Ứng dụng					
	Bảo vệ tối thiểu	Tất cả các tải nhạy	PC đứng lẻ	micro-informatic terminals	Hệ thống điện a.c có nhiễu và/ hoặc tải lớn

+ các UPS slim-line có tích hợp bảo vệ và sự tự hành cho mỗi máy PC độc lập và các thiết bị ngoại vi, và được lắp đặt ngay dưới bộ vi xử lý. Hai đầu ra với dự phòng từ UPS cung cấp cho bộ xử lý trung tâm và màn hình. Hai đầu ra khác được lọc cung cấp cho các thiết bị khác kém nhạy hơn (như máy in). Các UPS slim-line nằm trong loại UPS ngoại tuyến.

2.3 Tiêu chuẩn

Tiêu chuẩn quốc tế cho các bộ biến đổi bán dẫn là IEC 146-4.

2.4 Lựa chọn hệ thống UPS

Sự lựa chọn hệ thống UPS được thực hiện dựa theo các thông số sau đây:

+ công suất định mức dựa trên:
  - giá trị tối đa của nhu cầu kVA dự kiến;
  - giá trị tối đa của dòng quá độ (khởi động động cơ, tải trở, máy biến áp ...).

Ghi chú: để đạt được sự phân phối thỏa đáng các thiết bị bảo vệ cho tất cả các loại tải, có thể cần thiết hiệu chỉnh công suất của hệ thống UPS.

+ mức điện thế đầu vào và đầu ra của UPS;

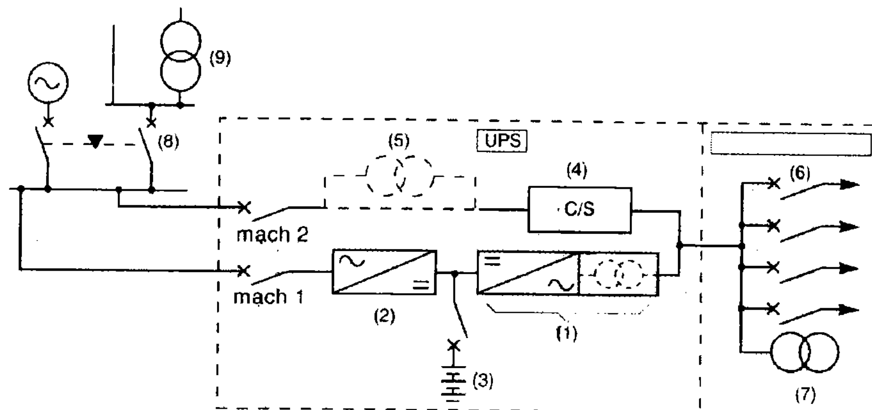
+ thời gian tự hành yêu cầu (nghĩa là cung cấp từ ăcquy);

+ tần số đầu vào và đầu ra của UPS;

+ mức độ khả dụng.

Ghi chú: Mạch điện trong hình J2-5 có vẻ giống hệ thống UPS ngoại tuyến (hình J2-2). Trong thực tế, đây là hệ thống UPS trực tuyến, trong đó tải đi qua mạch 1. Bộ côngtăctơ tĩnh mở trong tình huống này, nhưng tự động đóng nếu UPS quá tải, hay bị hỏng do bất cứ lý do gì.

Trong trường hợp như vậy, tải sẽ được cung cấp thông qua mạch dự phòng 2. Hoạt động này là ngược lại với sơ đồ ngoại tuyến. Các điều kiện sẽ trở lại bình thường nếu quá tải được khắc phục. Trong sơ đồ này, điện áp đầu ra của bộ nghịch lưu luôn được giữ đồng bộ với điện áp của lưới cung cấp điện (nghĩa là trong giới hạn cho phép của biên độ và lệch pha) do đó hạn chế nhiễu tới mức nhỏ nhất khi chuyển "tức thời" từ mạch1 sang mạch 2.



Hình J2-5. Sơ đồ UPS trực tuyến có dùng bộ nghịch lưu:

1 - bộ nghịch lưu; 2 - bộ chỉnh lưu / nạp; 3 - ăcqui (thời gian tự hành 10-15-30 ph - vài giờ); 4 - côngtăctơ tĩnh; 5 - biến áp cách ly nếu việc cách ly điện khỏi mạch vào là cần thiết; 6 - mạch ra; 7 - biến áp đặc biệt cho mạch ra; 8 - bộ cầu dao đảo; 9 - biến áp hạ điện áp nguồn tới điện áp hộ tiêu thụ.

Công suất (VA)

Khi định công suất của UPS phải tính tới giá trị đỉnh của dòng khi khởi động động cơ, khả năng lắp đặt thêm thiết bị, khả năng quá tải của bộ nghịch lưu và các thành phần khác của UPS.

Công suất của thiết bị UPS phải đủ để thỏa mãn các yêu cầu tải thường xuyên cũng như các tải có bản chất quá độ. Nhu cầu tải sẽ là tổng các tải (VA) của từng thiết bị, ví dụ, CPU (central processing

unit) và được hiệu chỉnh tới giá trị P_a bằng một hệ số (1,2 tới 2) để cho phép mở rộng.

Tuy nhiên, để tránh lắp đặt quá kích cỡ, ta nên tính đến khả năng quá tải của các thành phần của UPS. Ví dụ, bộ nghịch lưu do Merlin Gerin sản xuất có thể chịu được các quá tải như sau:

- $1,5I_n$ trong 1 ph;
- $1,25I_n$ trong 10 ph.

Sự biến đổi tức thời của tải là những biến đổi xảy ra tại thời điểm mở và cắt một hay nhiều thiết bị. Đối với sự thay đổi tức thời lên tới 100% công suất định mức của UPS, điện áp đầu ra thông thường còn từ +10% đến -8% giá trị định mức của nó.

Ví dụ tính toán công suất

Chọn UPS thích hợp cho các thiết bị trong hình J2-6

Giả sử các điều kiện ràng buộc sau:

- Mạch 4 có dòng quá độ bằng $4I_n$ trong thời gian 200ms khi khởi động. Hoạt động này được thực hiện ít nhất một lần một ngày. Do vậy, số kVA lớn nhất yêu cầu gồm có thêm phần bổ sung (thêm vào yêu cầu thường xuyên 20 kVA) là 3 x 20 kVA = 60 kVA.

- Những mạch còn lại không đòi hỏi những dòng quá độ như vậy. Trong mọi trường hợp giá trị kVA trên đã tính tới các hệ số công suất. 20% tải được cộng thêm cho khả năng mở rộng trong tương lai. Như vậy yêu cầu công suất thường xuyên tối đa:

C.J

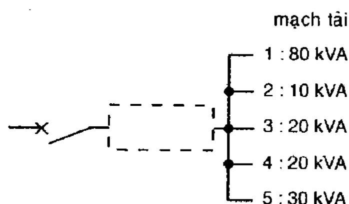
$$P = 80 + 10 + 20 + 28 + 30 = 160 \text{ kVA}.$$

Với dự trù cho khả năng mở rộng (20%) = 160 x 1,2 = 192 kVA.

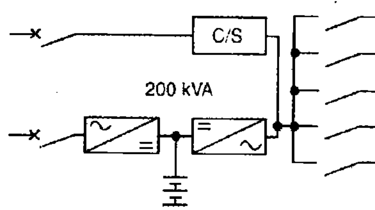
Với 60kVA bổ sung tổng cộng sẽ là 192 + 60 = 252 kVA.

Tuy nhiên tổng 252 kVA kể cả 60 kVA dòng đỉnh có thể chấp nhận được do $1,5I_n$ khả năng quá tải của hệ thống UPS (M.G), do đó

công suất của UPS thích hợp sẽ là 252 x 1/1,5 = 168 kVA làm tròn đến giá trị tiêu chuẩn lớn hơn gần nhất là 200 kVA. Xem mục 2.9 để chọn các thiết bị bảo vệ thích hợp.



Hình J2-6. Ví dụ.



Hình J2-7. Lời giải cho ví dụ hình J2-6.

Tính khả dụng

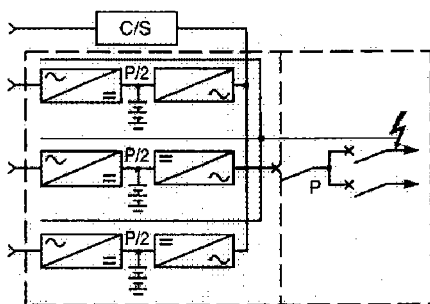
Hệ thống UPS thường được cung cấp cùng với nguồn dự phòng khi sự cố. Điều này cho phép một tính khả dụng tương đối cao.

Ví dụ một UPS đơn có tuổi thọ trung bình đến khi sự cố MTBF (mean time between failures) là 50000 h.

Trong các trường hợp bình thường khi nguồn được nâng đôi như nói trên (hình J2-5) MTBF nằm trong khoảng 70000 đến 200000 h, tùy vào tính khả dụng của bộ nguồn thứ hai.

Chuyển đổi từ nguồn này sang nguồn kia được thực hiện tự động bằng bộ côngtăctơ tĩnh.

Cấu hình với mức dự phòng cao hơn, nghĩa là ba UPS công suất P/2 để cung cấp điện cho tải P (hình J2-8) đôi khi cũng được thực hiện. Mức độ khả dụng của nó được các chuyên gia tính toán ,và nhà sản xuất thường trích dẫn các mức độ khả dụng tùy vào sản phẩm và sơ đồ được khuyến cáo.



Hình J2-8. Ba UPS cho tính khả dụng cao.

2.5 Hệ thống UPS và môi trường của nó

Thành phần hệ thống UPS bao gồm các phương tiện để trao đổi với các thiết bị khác.

Bộ UPS có thể liên lạc với các thiết bị khác, chẳng hạn như với hệ thống IT (information technology), truyền thông tin về tình trạng của các thành phần của UPS (bộ côngtăctơ đang đóng hay mở v.v..) và nhận lệnh điều khiển các chức năng để:

- tối ưu sơ đồ bảo vệ: ví dụ UPS truyền dữ liệu (như: tình trạng hoạt động, nguồn cung cấp từ ăcquy, báo động về tình trạng mất điện) đến máy tính mà nó đang cung cấp điện. Máy tính sẽ chỉ dẫn các tác động điều chỉnh tương ứng;

- cho phép điều khiển từ xa:UPS truyền dữ liệu liên quan đến tình trạng các thành phần của UPS, cùng với số liệu đo được đến nơi điều khiển. Tại đây người vận hành có thể thực hiện các thao tác thông qua các kênh điều khiển từ xa;

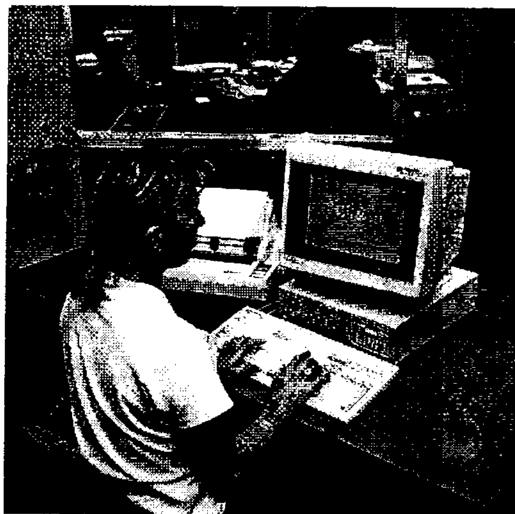
- giám sát (quản lý) lưới: người sử dụng với trang bị kỹ thuật quản lý tập trung sẽ thu thập dữ liệu từ UPS. Những dữ liệu này được lưu trữ và phân tích các hiện tượng bất thường được hiện thị trên bảng đèn hay

trên màn hình, và cuối cùng sẽ thực hiện điều khiển từ xa UPS (hình J2-11).

Sự phát triển tới tính tương hợp giữa các hệ thống khác nhau và các phần cứng liên quan đòi hỏi tích hợp các chức năng mới vào hệ thống UPS. Những chức năng này có thể được thiết kế để đảm bảo tích tương thích cơ và điện với các thiết bị khác: các phiên bản chuẩn hiện nay đang được cung cấp với bộ tiếp điểm và mạch dòng. Các trang bị nối kết theo tiêu chuẩn RS 232, RS 422, RS 485 có thể được thêm vào theo yêu cầu.

Trong thực tế, một số môđun cao cấp có kèm card hiện đại với thủ tục tích hợp (ví dụ JBus).

Ngoài ra, ta có thể sử dụng các phần mềm chuyên dụng để tự động kiểm tra và chuẩn đoán sự cố (Soft-Monitor on PC). Những phần mềm này có thể tích hợp vào các hệ thống giám sát chung khác (hình J2-10).

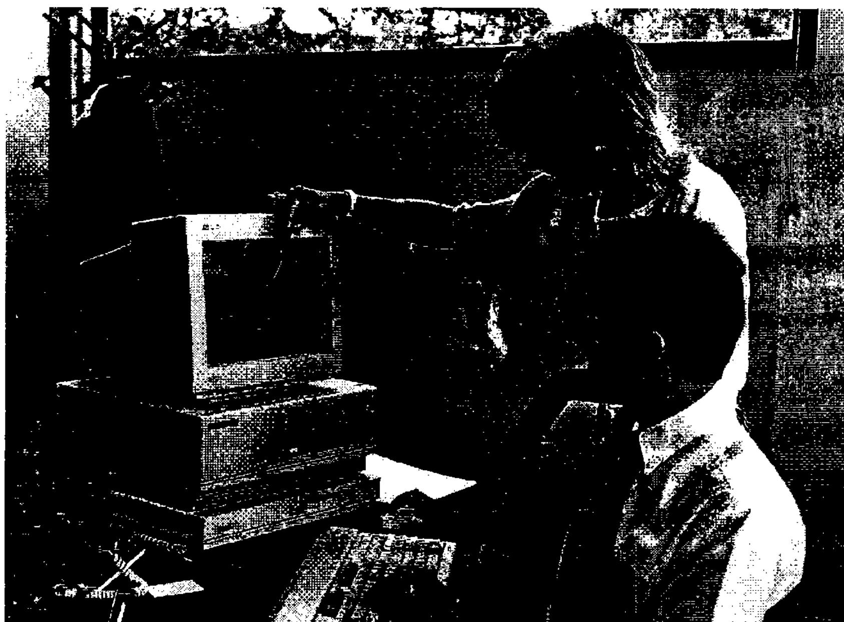


Hình J2-9. Bộ UPS có thể nối với đầu điều khiển trung tâm.

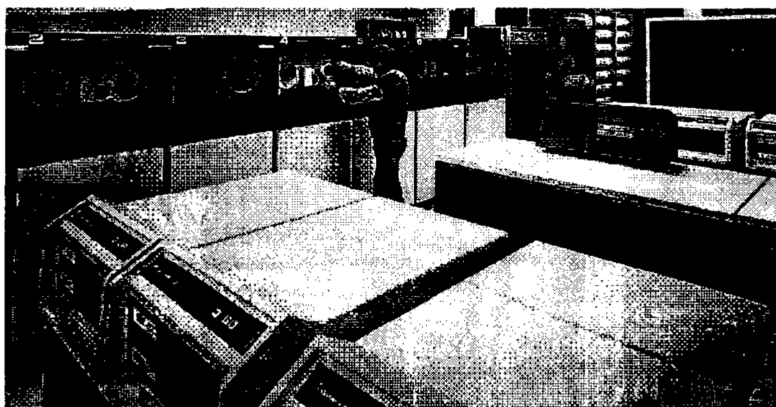
Hình J2-10. Phần mềm cho phép kiểm tra từ xa và tự động dự đoán sự cố cho hệ UPS.

Hình J2-11. Bộ UPS luôn sẵn sàng hội nhập vào hệ thống điều khiển trung tâm.

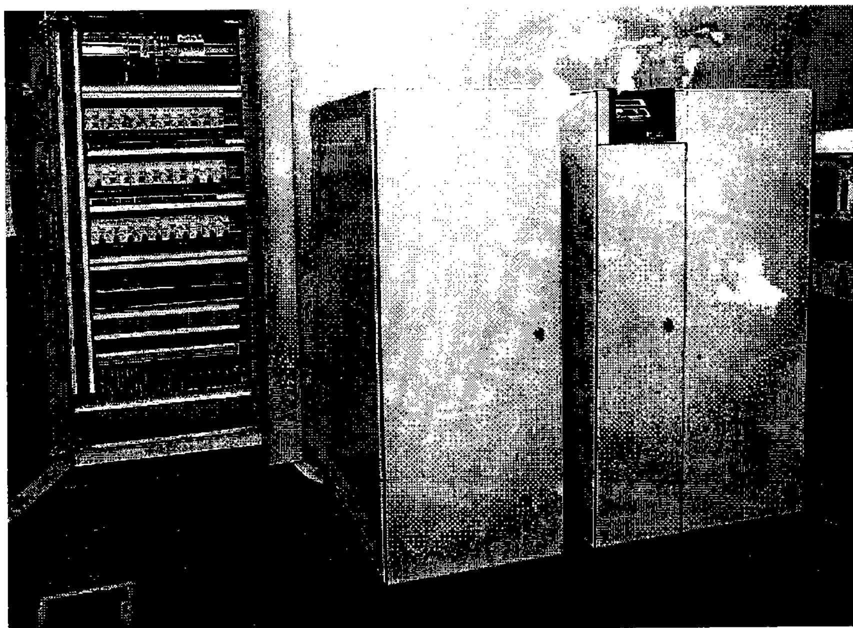
2.6 Đưa UPS vào hoạt động



Hình J2-12. Một UPS slim-line dễ đặt dưới máy tính PC.



Hình J2-13. Với mạng máy tính lớn, các ngăn UPS thường được đặt ở phòng máy tính.



Hình J2-14. Hệ thống UPS lớn thường được đặt ở phòng dành cho các tủ điện.

Chủng loại ăcquy

Có hai loại ăcquy được dùng kèm với UPS.

Ăc quy kín (Maintenance-free sealed units)

Ăc quy loại này được sử dụng cho các hệ thống ở mức 250 kVA hoặc nhỏ hơn, và bảo đảm hoạt động tự hành đến 30 ph. Với một số kiểu lắp đặt, thông gió tự nhiên ở nơi đặt ăcquy là chấp nhận được nếu các điều kiện nạp và hiệu chỉnh cùng với các đặc tính của ăcquy tuân thủ các ràng buộc. Các ràng buộc này được quy định trong tiêu chuẩn một số nước (như NF C 15-100, phần 554 của Pháp). Hiện nay không có tiêu chuẩn IEC tương đương, do đó nên lưu ý đến các ý kiến của nhà sản xuất.

Ăcquy thường (non-sealed units) (hở)

Loại ăcquy này thường là loại ăcquy chì và được sử dụng cho các thiết bị lớn.

Ăcquy phải được đặt trong nơi thích hợp có hệ thống thông gió cưỡng bức.

Đối với một số thiết bị nhất định, ăcquy loại mở (open-type) cadmium-nickel (ăcquy kiềm) được ưa chuộng hơn.

Nơi đặt ăcquy



Hình J2-15. Một phòng ăcqui điển hình.

Đối với vị trí đặt ăcquy trong nhà, hầu hết các tiêu chuẩn quốc gia đều yêu cầu có hệ thống thông gió, cưỡng bức hay tự nhiên, với tỉ lệ

thông khí gắn với kích thước và tỷ số nạp của ăcquy. Tỉ lệ thông khí khuyến cáo (m^3/h) có thể tính từ công thức 0,05 NI với:

N - số ngăn trong một ăcquy;

I - dòng nạp lớn nhất của bộ phận nạp ắc quy, A.

Trong trường hợp thông khí cưỡng bức, bộ phận nạp phải tự động tắt nếu hệ thống quạt bị ngừng, hoặc nếu luồng không khí bị chặn hay giảm vì bất cứ lý do gì. Đối với các hệ thống UPS có công suất lớn, ăcquy thường được đặt trong các phòng được thiết kế đặc biệt theo tiêu chuẩn.

2.7 Sơ đồ nối đất

Thông thường hệ thống UPS được nuôi từ hai mạch (như trong hình J2-16), mỗi mạch được bảo vệ riêng biệt; hai mạch này được gọi là mạch 1 và mạch 2. Mạch 1 là mạch 3 dây 3 pha nối với đầu vào bộ phận nạp/ chỉnh lưu của UPS, còn mạch 2 là mạch 4 dây 3 pha nối với đầu vào của bộ côngtăctơ tĩnh. Tủ phân phối phía sau được cung cấp điện áp 230/400V. Nếu các điện áp khác được yêu cầu, máy biến áp sẽ được sử dụng.

Cách ly giữa mạch phía trước và sau của UPS

- Các biện pháp chống điện giật phụ thuộc vào sơ đồ nối đất, do đó cũng sẽ phụ thuộc vào sự tồn tại cách ly mạch phía trước và sau UPS.

Các nhà sản xuất phải sẵn sàng cung cấp các thông tin cần thiết:

- Nếu không có cách ly thì sơ đồ nối đất tại hai đầu hệ UPS phải giống nhau;

- Nếu có sự cách ly hoàn toàn giữa đầu vào và đầu ra của hệ UPS thì sơ đồ nối đất đầu vào và ra có thể khác nhau (hay giống nhau).

Ghi chú kỹ thuật CT 129 của Merlin Gerin giải thích điều này rõ hơn.

Sơ đồ TT/TT

Điểm trung tính của bộ nghịch lưu không thể nối đất thường trực như mô tả ở trên, nghĩa là chỉ tạm thời khi D2 mở như trong hình J2-16. D2 là một CB 4 cực; nó cắt dây trung tính khi mở. Dây trung tính được nối đất tại máy biến áp trung/ hạ, như vậy khi D2 mở, côngtăctơ C tự động đóng để nối thanh góp trung tính của tủ phân phối hạ áp với đất.

Bảo vệ chung

Một RCD được lắp đặt tại mỗi lộ ra của MGDB nuôi hệ thống UPS (D1 và D2 trong hình J2-16) và sự phối hợp giữa các RCD này và các RCD trên các lộ ra từ tủ phân phối của hệ UPS được sắp xếp để bảo đảm sự cung cấp liên tục tối đa. Độ nhạy của RCD được lựa chọn dựa trên giá trị điện trở nối đất (điện cực cùng với dây tiếp đất).

Ghi chú: Một số loại RCD được thiết kế để tránh được các hoạt động sai sót xảy ra do các điều kiện bất bình thường (thành phần d.c. của dòng..) do UPS gây ra. Người sử dụng nên hỏi ý kiến của nhà sản xuất UPS về những vấn đề liên quan đến sản phẩm.

Bảo vệ các mạch d.c. của hệ UPS

+ Bảo vệ ăcquy:

Hầu hết các quy định quốc gia và các hướng dẫn thực hành về các thiết bị ăcquy đều dựa trên các yêu cầu nghiêm ngặt, và nếu được tuân thủ chặt chẽ, sẽ hạn chế khả năng ngắn mạch hay chạm điện gián tiếp. Do đó mạch từ ăcquy đến CB điều khiển đủ bảo đảm an toàn cho người. Điều này sẽ xảy ra nếu như:

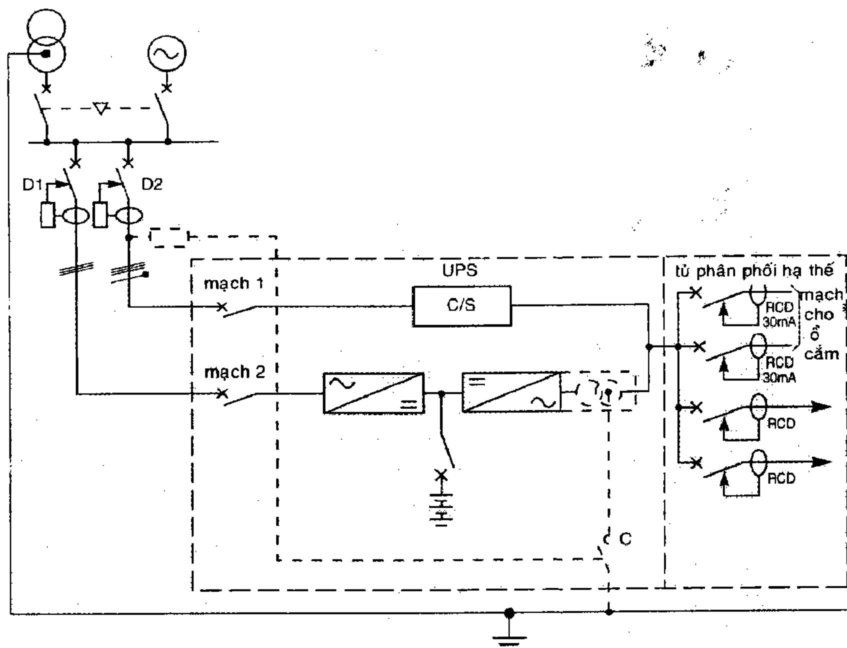
- ăcquy và tất cả mạch d.c. nằm trong cùng một cabin như các thành phần khác của UPS, nghĩa là một địa điểm đẳng áp được tạo nên;

- khi ăcquy được đặt xa hệ UPS, tiêu chuẩn cách điện loại 2 sẽ được sử dụng.

+ Đối với phần còn lại của thiết bị: đặc biệt phần phía sau của CB mạch ăcquy đến chỗ nối giữa đầu ra bộ chỉnh lưu với đầu vào bộ nghịch lưu, nơi mà hư hỏng cách điện trên mạch d.c. là nguy hiểm, một sơ đồ kiểm soát cách điện là rất cần thiết. Một hệ thống giám định thích hợp sẽ đưa vào một dòng kiểm tra tần số thấp (ví dụ XM 200 như được giới thiệu trong ghi chú kỹ thuật Merlin Gerin CT 129).

Bảo vệ các mạch đầu ra không nhiễu

Các mạch phục vụ cho các ổ cắm được bảo vệ bằng RCD độ nhạy 30 mA hay nhỏ hơn (ví dụ CB so lệch Multi 9 đặc tuyến b 30mA). Các lộ ra khác nên được bảo vệ bằng RCD có độ nhạy thích hợp (thông thường là 300mA) và phối hợp với bảo vệ D1 và D2 (hình J2-16).



Hình J2-16. Sơ đồ TT/TT.

C.J

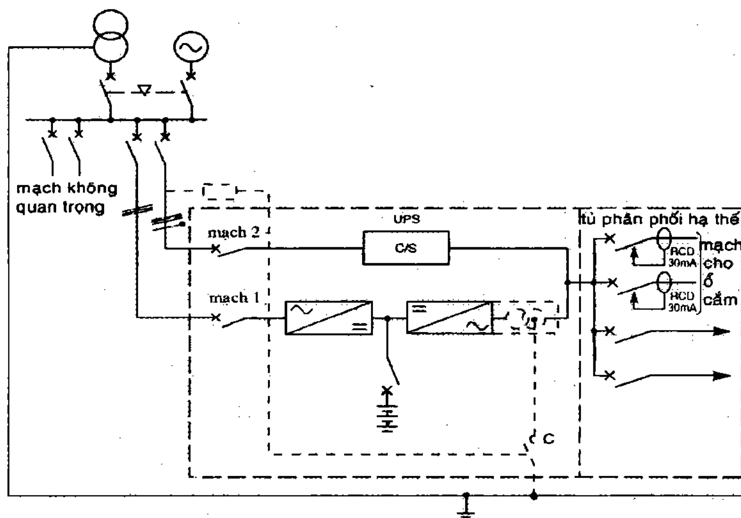
Sơ đồ TN-C/ TN-S

Cắt điện tự động khi có chạm điện gián tiếp được thực hiện trong sơ đồ này nhờ rơle quá dòng. Việc tính toán tổng trở Zs không thể thực hiện được trong trường hợp này. Qui tắc cơ bản cần phải tuân theo là dòng ngắn mạch từ bộ nghịch lưu (cũng chính là dòng lớn nhất đi qua bộ nghịch lưu trước khi hệ thống bảo vệ bên trong tác động) vượt quá ngưỡng của bảo vệ quá dòng đặt phía sau.

Các máy cắt với bộ tác động từ chỉnh định thấp thích hợp cho cả sơ đồ TN-C lẫn sơ đồ TN-S. Đối với TN-S cũng có thể dùng RCD có độ nhạy trung bình.

Phần d.c của hệ UPS được bảo vệ như đã mô tả ở trên cho mạch TT.

Bảo vệ các mạch đầu ra không nhiễu thực hiện bằng RCD 30mA đối với mạch có ổ điện và bằng CB với dòng cắt ngắn mạch chỉnh định thấp.



Hình J2-17. Sơ đồ TN-C /IT.

Sơ đồ IT/IT

Kiểm soát cách điện: Rơle kiểm soát cách điện liên tục CIC1 tại điểm đầu của lưới (giữa điểm trung tính cách ly của biến áp và đất) được tự động thay thế bằng CIC2 tại đầu ra của bộ nghịch lưu (khi mạch 2 không làm việc);

Lựa chọn CIC:

- trên phần d.c của hệ thống, CIC3 sử dụng rơle bơm dòng a.c. tần số rất thấp loại Vigilohm XM 200;

- trên phần xoay chiều, CIC1 và CIC2 là các rơle bơm dòng d.c loại TR 22A (Merlin Gerin). Sự cố trên phần d.c của hệ sẽ được phát hiện bởi CIC1 và CIC2, nhưng những rơle này sẽ không hoạt động bởi vì chúng không đo chính xác tổng trở.

Rơle bơm dòng CIC hoạt động ở tần số rất thấp (ví dụ loại XM 200- Merlin Gerin) cho phép đo tổng trở chính xác.

Nhắc lại những ràng buộc của hệ thống IT:

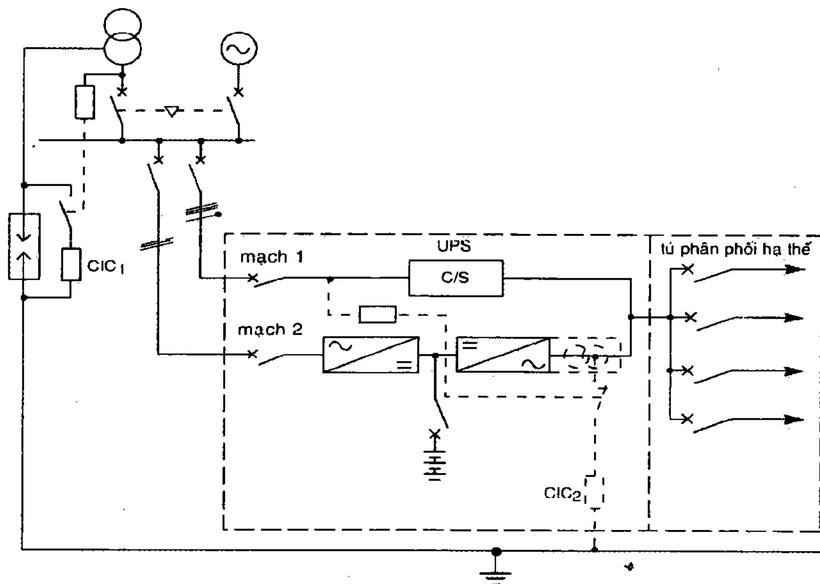
- thiết kế và hoạt động của hệ IT đòi hỏi nghiên cứu và khai thác cẩn thận;

- các ưu điểm của hệ IT chỉ được phát huy nếu việc nghiên cứu sâu sắc đưa ra những hướng dẫn vận hành rõ ràng, cụ thể. Đặc biệt các dung kháng có trong lưới (dây cáp và bộ lọc trong thiết bị) phải được tính đến và tất cả các hạng mục tải phải có cách điện theo điện áp dây.

Cách ly hóa hoàn toàn mạch phía trước và phía sau hệ UPS

Việc ngăn cách các mạch trước và sau hệ UPS đôi khi cần đến và được thực hiện bằng cách đặt một biến áp hai cuộn dây phía trước côngtăctơ tĩnh. Trong trường hợp này sơ đồ nối đất phía trước và sau có thể khác nhau, do đó loại nối đất cho các mạch phía sau có thể được tạo ra tại biến áp đầu ra của bộ nghịch lưu.

Bảo vệ các mạch d.c của hệ UPS: việc bảo vệ như đã được miêu tả và rơle kiểm soát cách điện (nếu cần) được chọn như trong mục 2.7 cho sơ đồ IT/IT.



Hình J2-18. Sơ đồ IT /IT.

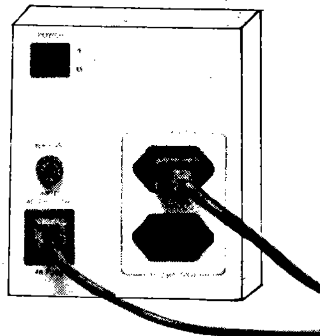
2.8 Chọn dây cáp mạch chính và phụ, cáp cho ăcqui

UPS hoàn chỉnh

> *Các UPS hoàn chỉnh có công suất nhỏ cho phép có thể cắm điện trực tiếp.*

Các UPS cho các ứng dụng công suất nhỏ như máy tính cá nhân và mạng thông tin nhỏ được thiết kế như một đơn vị hoàn chỉnh trong vỏ kim loại (hình J2-19).

Các dây dẫn bên trong nó được lắp tại nhà máy và phù hợp với tính năng của thiết bị.

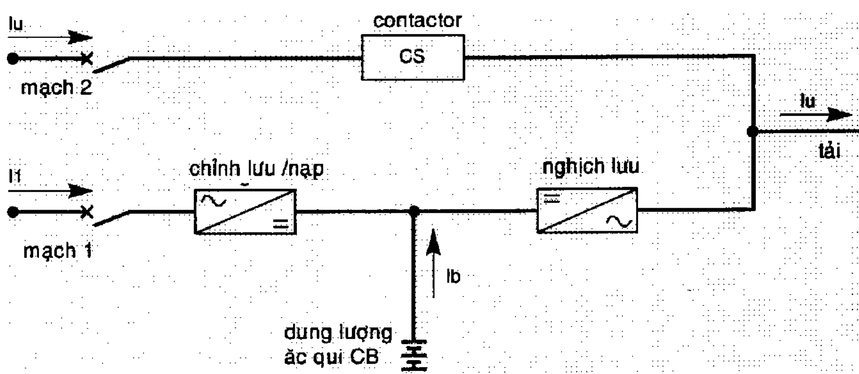


Hình J2-19. UPS hoàn chỉnh.

Hệ UPS có liên kết giữa các hợp phần

> *Trong các trường hợp khác, nhà thầu của khách hàng phải thực hiện việc đi dây liên kết.*

Với hệ UPS lớn, ăcqui thường ở cách xa bộ nghịch lưu và trong trường hợp dùng côngtăctơ và các bộ lọc đòi hỏi phải có nối liên kết. Kích thước dây cáp phụ thuộc vào mức dòng của mỗi liên kết (hình J2-20).



Hình J2-20. Dòng cho chọn lựa cáp.

C.J

Tính toán dòng điện I_l và I_u:

+ dòng điện I_u là dòng cực đại ở tải;

+ dòng I_l ở đầu vào của chỉnh lưu phụ thuộc vào:

- dung lượng của ăcqui (C10) và định mức nạp;
- đặc tính của bộ nạp;
- đầu ra của nghịch lưu;

+ dòng I_b là dòng trong dây cáp cho ăcqui. Biên độ các dòng này do nhà sản xuất UPS cung cấp.

Lựa chọn dây cáp

Cơ sở việc chọn cáp là độ sụt áp cực đại cho phép đảm bảo hoạt động bình thường của tải. Những giá trị thường dùng là:

- 3% cho mạch xoay chiều;
- 1% cho mạch một chiều.

Mỗi giá trị này cho ra một tiết diện tối thiểu của dây dẫn. Việc tính toán tiết diện được thực hiện như trong phần H1 mục 2.

Merlin Gerin đề nghị kích thước dây cáp được dùng với hệ Maxipac và EPS2000 (bảng J2-22 tới J2-24) trong điều kiện bình thường với chiều dài cáp ngắn hơn 100 m (sụt áp < 3%).

Bảng J2-21 chỉ ra độ sụt áp cho mạch một chiều ngắn hơn 100 m dùng cáp đồng. Mạch xoay chiều sẽ được tính toán theo phần H1 mục 3.

Các giá trị sụt áp (%) trong bảng J2-21 tương ứng với giá trị điện áp định mức d.c 324V. Với các giá trị điện áp khác, nhân giá trị trong bảng với hệ số bằng với điện áp ăcqui chia cho 324.

Với một giá trị công suất định mức của hệ UPS, các bảng này chỉ ra giá trị dòng điện đầu vào I_l của chỉnh lưu /nạp điện khi ăcqui ở chế độ sạc từ từ ("trôi") cũng như của dòng I_u cùng với tiết diện dây vào và ra tương ứng.

Giá trị I_1 khi ăcqui đang sạc lại (sau một thời gian tải hoàn toàn được nuôi bởi ăcqui) không ảnh hưởng đến kích thước dây dẫn, do thời gian sạc lại không kéo dài. Tuy nhiên dòng điện sạc lại phải được tính đến để xác định các yêu cầu bảo vệ phía trước của mạch 1.

Bảng J2-21. Độ sụt áp (%) của điện áp một chiều 324V cho cáp lõi đồng

Tiết diện	mm^2	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
I_n (A)	100	5,1	3,6	2,6	1,9	1,3	1	0,8	0,7	0,5	0,4
	125		4,5	3,2	2,3	1,6	1,3	1	0,8	0,6	0,5
	160			4,0	2,9	2,2	1,6	1,2	1,1	0,8	0,7
	200				3,6	2,7	2,2	1,6	1,3	1	0,8
	250					3,3	2,7	2,2	1,7	1,3	1
	320						3,4	2,7	2,1	1,6	1,3
	400							3,4	2,8	2,1	1,6
	500								3,4	2,6	2,1
	600								4,3	3,3	2,7
	800									4,2	3,4
	1000									5,3	4,2
	1250										5,3

Bảng J2-22. Dòng và tiết diện của cáp đồng cung cấp điện cho bộ chỉnh lưu và UPS Maxipac (chiều dài cáp < 100 m)

Công suất định mức	Dòng (A)					Tiết diện cáp đồng (mm^2) với chiều dài cáp ≤100m		
	mạch 1 với ăcqui I_1				mạch 2	mạch 1		mạch 2
	3 pha 400V		1 pha 230V			3 pha 400V	1 pha 230V	1 pha 230V
	ăcqui trôi I_1	ăcqui có tải I_1	ăcqui trôi I_1	ăcqui có tải I_1	I_u			
3,5 kVA			18	20	16		16	10
5 kVA	8,5	10,5	26	28	23	6	16	10
7,5 kVA	15	19			24	10		16
10 kVA	20	24			45,5	10		16
15 kVA	30	38			68	10		16
20 kVA	40	48			91	10		16

C.J

Bảng J2-23. Dòng và tiết diện cáp đồng cung cấp cho bộ chỉnh lưu và tải của EPS 2000 (chiều dài < 100m)

Công suất định mức	Dòng (A)						Tiết diện dây đồng (chiều dài < 100m)		
	Mạch 1 với ăcqui 3 pha 400V, I_1				mạch 2 hoặc tải 400V I_u	ăcqui I_b	mạch 1 3 pha 400V	mạch 2 hoặc tải 3 pha 400V	ăcqui
	trôi	nạp lại cho thời kỳ dự phòng							
		10 ph	15 ph	30 ph					
10kVA	19	23	25	25	15,2	27	10	10	10
15kVA	29	36	37	39	22,8	40,5	10	10	10
20kVA	37	49	50	52	30,4	54	16	10	16
30kVA	58	73	76	78	45	81	25	16	25
40kVA	75	97	100	104	60,8	108	35	25	35
60kVA	116	146	151	157	91,2	162	50	35	70
80kVA	151	194	201	209	121,6	216	70	50	95

Tham số của cáp tới ăcqui cũng được kể đến.

Bảng J2-24. Dòng vào, ra và dòng ăcqui cho hệ UPS EPS 5000(Merlin Gerin)

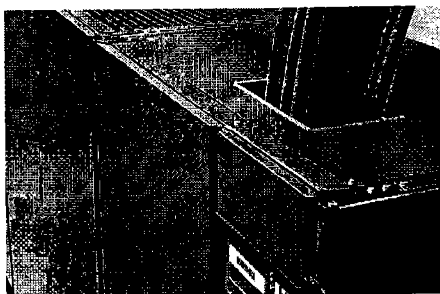
Công suất định mức	Dòng (A)				
	mạch 1 với ăcqui 3 pha 400V $-I_1$			mạch 2 hoặc tải 3 pha 400C I_u	dòng ăcqui I_b
	trôi	nạp lại cho thời kỳ dự phòng			
		10 ph	15 - 30 ph		
40kVA	70	86	87,6	60,5	109
60kVA	100	123	127	91	160
80kVA	133	158	164	121	212
100kVA	164	198	200	151	255
120kVA	197	240	244	182	317
160kVA	261	317	322	243	422
200kVA	325	395	402	304	527
250kVA	405	.493	500	360	658
300kVA	485	590	599	456	790
400kVA	646	793	806	608	1050
500kVA	814	990	1005	760	1300
600kVA	967	1180	1200	912	1561
800kVA	1290	1648	1548	1215	2082

Ví dụ:

Cho UPS Maxipac định mức 7,5 kVA, 3 pha 400V, I_1 = 15A với ăcqui "trôi" và I_u = 34A (xem bảng J2-22).

Tiết diện dây cáp tương ứng là 10 mm^2 cho dây dẫn (3 pha) vào chỉnh lưu /nạp, 16 mm^2 cho dây dẫn (1 pha) vào tải.





Hình J2-25. Ví dụ của liên kết nội bộ.

C.J

2.9 Chọn sơ đồ bảo vệ

Khi chọn lựa sơ đồ bảo vệ, cần lưu ý đến đặc tính đặc thù của hệ thống UPS.

Khi chọn sơ đồ bảo vệ cần tính đến các đặc tính của hệ UPS: dòng ngắn mạch từ hệ UPS luôn bị giới hạn, đôi khi nhỏ hơn hai lần dòng định mức. Các nhà sản xuất tiến hành thử nghiệm để đảm bảo sự phối hợp giữa các tính năng của hệ UPS và sự bảo vệ bằng các CB.

Chọn định mức cắt của CB

Dòng định mức cắt I_n của CB D1, D2, D3 và Ddc (hình J2-26) phải được chọn sao cho:

$I_n \geq I_l$ cho D1 (I_l bao gồm dòng nạp lại của ăcqui)

$I_n \geq I_u$ cho D2

$I_n \geq$ Ide cho Ddc

Dòng định mức I_n cho mỗi CB D3 tùy thuộc vào dòng định mức của từng mạch cụ thể.

Dòng I_l và I_u cho UPS hiệu Merlin Gerin được dẫn ra trong bảng J2-22 - J2-24. Dòng I_b được chỉ ra trong catalogue hạ áp của Merlin Gerin.

Khả năng cắt dòng sự cố của CB

- CB D1 và D2

Các CB này phải có định mức cắt bằng hoặc vượt quá giá trị đã tính cho nơi đặt nó trong mạng. Tính toán thường được tiến hành như đã chỉ ra trong phần H1, mục 4.1 và 4.2.

- CB Ddc

Mức cắt dòng ngắn mạch của CB này luôn thấp. Thực vậy dòng ngắn mạch cực đại từ ăcquy luôn nhỏ hơn 20 lần giá trị đặc tuyến Ampere- giờ được chỉ ra trong catalogue hạ áp của Merlin Gerin.

- CB D3

Mức dòng ngắn mạch rất thấp từ UPS gây khó khăn trong việc phối hợp cắt mạch chọn lọc và bảo vệ chống nguy hiểm chạm điện gián tiếp trong hệ TN.

+ Trường hợp 1: mạch trong đó côngtăctơ tĩnh đang đóng, nhưng không đòi hỏi chế độ tự hành: dòng ngắn mạch đi từ lưới cung cấp, do

đó việc chọn CB để đảm bảo sự chọn lọc được xác định theo phương pháp cổ điển (phần H2, mục 4.5).

+ Trường hợp 2: mạch trong đó không có côngtăctơ tĩnh hoặc có nối tới nó sau một khoảng thời gian trễ, sự chọn lọc phải đạt được nhờ bảo vệ quá dòng tức thời hay với thời gian trễ ngắn, tác động bởi dòng ngắn mạch không lớn từ UPS trước khi bảo vệ quá dòng trong UPS làm việc. Đối với hệ UPS MG 5000 hay 2000 (*) và CB của Merlin Gerin, các điều kiện sau phải được tuân theo:

$$I_n \text{ cho CB loại B} <= \frac{I_n \text{ của bộ UPS}}{2}$$

(*) Khi dùng Maxipact loại B, $I_n \leq \dfrac{I_n \text{ của bộ UPS}}{3}$

Ví dụ

Chọn CB D1 và D2

Bảng J2-24 chỉ ra các giá trị của dòng định mức qua D1 và D2, cụ thể là: 395A cho I_1 và 304A cho I_u.

Định mức cắt dòng ngắn mạch của D1 và D2 tại vị trí của chúng trong mạng phải ≥ 22 kA (cho biến áp trong trường hợp này).



CB loại NS400N (400A ở 40°C - 36 kA) là hoàn toàn thích hợp; nó có thể điều chỉnh được để bảo vệ quá tải (bằng bộ tác động nhiệt) tại $I_{rth} \geq$ 395A cho D1 và ≥ 304A cho D2.

Hình J2-26. Ví dụ.

2.10 Thiết bị phụ trợ

Biến áp

Một biến áp hai cuộn dây được đặt ở phía trước của côngtăctơ mạch 2 (xem hình J2-5) cho phép:

- thay đổi mức điện áp khi điện áp mạng khác điện áp tải;
- sự bố trí trung tính khác nhau ở phía tải và phía mạng điện.

Hơn nữa biến áp còn cho phép:

- giảm dòng ngắn mạch ở phía thứ cấp so với thứ cấp của lưới điện;
- ngăn ngừa dòng hài bậc ba (hoặc bội số của 3) có thể có ở phần thứ cấp lan sang lưới điện, nếu cuộn sơ nối kiểu tam giác.

Bộ lọc chống sóng hài

Hệ UPS bao gồm một bộ sạc ăcquy được kiểm soát nhờ thyristor hay transistor. Dòng điện bị "chặt" tuần hoàn sẽ sinh ra các thành phần sóng hài trong mạng cung cấp. Các sóng hài này bị lọc ở đầu vào của bộ chỉnh lưu và nói chung giảm được mức dòng hài đủ cho các ứng dụng thực tế. Tuy nhiên trong một số trường hợp, đặc biệt trong các mạng điện lớn, có thể phải dùng đến mạch lọc phụ.

Ví dụ như:

- định mức công suất của UPS là lớn so với biến áp nguồn;
- thanh cái hạ áp nuôi tải nhạy với các sóng hài;
- máy phát diesel hay tuabin khí dùng cho dự phòng.

Trong các trường hợp đó cần tham khảo ý kiến nhà sản xuất UPS.

Thiết bị thông tin

Thông tin liên lạc với thiết bị liên quan đến công nghệ thông tin có thể kéo theo nhu cầu trang bị đặc biệt bên trong hệ UPS.

Các trang bị đó có thể nằm trong thiết kế ban đầu hay được thêm vào nếu cần.



Hình J2-27. Lắp đặt UPS nối với hệ thống thông tin.

C.J

3. BẢO VỆ BIẾN ÁP HẠ ÁP /HẠ ÁP

Nhìn chung, biến áp hạ áp ở trong khoảng từ vài trăm VA đến vài trăm kVA và thường dùng để:

+ thay đổi mức điện áp (hạ áp) cho:

- nguồn cung cấp tự dùng cho mạch kiểm tra và chỉ thị;

- mạch chiếu sáng (230V khi phía sơ cấp là 400V, 3 pha, 3 dây);

+ thay đổi cách nối đất cho một vài tải có dòng điện dung xuống đất tương đối cao (thiết bị thông tin) hay có dòng rò điện trở (lò điện, quá trình nhiệt công nghiệp, thiết bị nấu bếp phổ thông, v.v...).

Thông thường biến thế hạ áp/hạ áp được cung cấp chung với hệ thống bảo vệ, và cần hỏi người sản xuất để biết thêm chi tiết. Trong mọi trường hợp, bảo vệ quá dòng phải thực hiện từ bên sơ cấp. Để sử dụng các biến áp này cần biết các chức năng đặc biệt của chúng cùng với một số điểm mô tả dưới đây.

Lưu ý: Trong trường hợp đặc biệt về an toàn biến áp hạ áp/hạ áp cách ly ở điện áp cực thấp thường phải có màn ngăn kim loại nối đất giữa cuộn dây sơ cấp và thứ cấp tùy theo tình huống như đã chỉ ra trong Tiêu chuẩn Châu Âu EN 60742, và theo cụ thể ở mục 3.5, chương G.

3.1 Dòng đóng máy biến áp

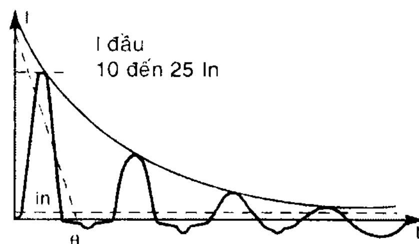
Ở thời điểm đóng biến áp, xuất hiện các giá trị lớn của dòng quá độ (chứa thành phần d.c khá lớn) và cần phải chú ý khi tính sơ đồ bảo vệ. Biên độ đỉnh dòng lệ thuộc vào:

- giá trị điện áp tại thời điểm đóng máy;

- biên độ và cực của từ thông (nếu có) hiện diện trong lõi biến áp;

- đặc tính tải.

Ở biến áp phân phối, đỉnh dòng đầu tiên có thể đạt giá trị bằng 10 tới 15 lần dòng hiệu dụng khi đầy tải, nhưng đối với biến áp nhỏ (< 50 kVA) có thể đạt 20 tới 25 lần dòng đầy tải định mức. Dòng quá độ này giảm nhanh với hằng số thời gian θ (xem hình J3-1) khoảng vài miligiây đến vài



Hình J3-1. Dòng đóng máy biến áp.

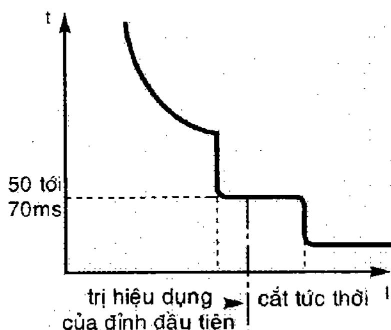
chục miligiây.

3.2 Bảo vệ mạch cung cấp của biến áp hạ áp /hạ áp

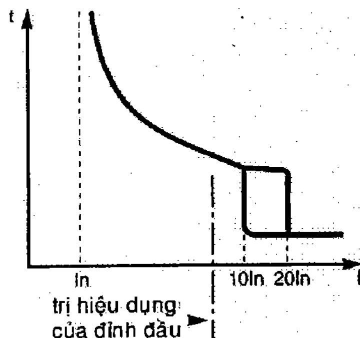
Thiết bị bảo vệ ở mạch cung cấp của biến áp hạ áp/hạ áp phải tránh được khả năng tác động sai do dòng đóng máy lớn như đã đề cập đến ở mục 3.1. Vì vậy cần sử dụng:

- máy cắt chọn lọc (nghĩa là hơi trễ theo thời gian) dạng Compact NS STR (Merlin Gerin) (hình J3-2), hay

- máy cắt có dòng chỉnh định bộ tác động lớn dạng Compact NS hay Multi 9 (Merlin Gerin) đường cong D (hình J3-3).



Hình J3-2. Đặc tính cắt của máy cắt Compact NS STR.

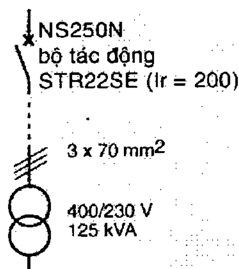


Hình J3-3. Đặc tính cắt của CB dạng chuẩn D (10 đến 14 I_n nếu là sản phẩm của Merlin Gerin).

C.J

Ví dụ (hình J3-4)

Mạch 400 V, 3 pha cung cấp cho một biến áp 125 kVA, 400/230V (I_n = 180 A). Dòng đỉnh đầu tiên khi đóng máy có thể đến $17I_n$, nghĩa là 17 x 180 A = 3067A . Do đó máy cắt Compact NS250 với cài đặt I_r 200A sẽ là thiết bị bảo vệ thích hợp.



Hình J3-4. Ví dụ.

Trường hợp đặc biệt: lắp đặt bảo vệ quá tải ở phần thứ cấp của biến áp

Ưu điểm của bảo vệ quá tải ở phần thứ cấp là bảo vệ ngắn mạch ở phần sơ cấp có thể chỉnh giá trị cao, hay có thể dùng loại CB MA (*). Tuy nhiên, cần cài đặt bảo vệ ngắn mạch ở phần sơ cấp đủ nhạy để đảm bảo hoạt động trong trường hợp ngắn mạch xảy ra ở phần thứ cấp của biến áp (ở trước thiết bị bảo vệ thứ cấp).

* CB điều khiển động cơ có rơle bảo vệ ngắn mạch không bị ảnh hưởng của đỉnh dòng quá độ như biểu thị ở hình J5-3.

Lưu ý: Đôi khi cầu chì loại aM được dùng bảo vệ sơ cấp. Kiểu này có hai khuyết điểm:

- kích cỡ cầu chì phải khá lớn (ít nhất bằng 4 lần dòng đầy tải định mức của biến áp);
- để cách ly điện phần sơ cấp cần dùng tổ hợp cầu dao phụ tải hoặc côngtăctơ với cầu chì.

3.3 Đặc tính điện tiêu biểu của biến áp hạ áp /hạ áp 50 Hz

Bảng J3-5. Đặc tính điện tiêu biểu của biến áp hạ áp/hạ áp 50 Hz

3 pha														
kVA định mức	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Tổn thất không tải (W)	100	110	130	150	160	170	270	310	350	350	410	460	520	570
Tổn thất ngắn mạch (W)	250	320	390	500	600	840	800	1180	1240	1530	1650	2150	2540	3700
Điện áp ngắn mạch (%)	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5	5	4,5	5	5	5,5
kVA định mức	125	160	200	250	315	400	500	630	800					
Tổn thất không tải (W)	680	680	790	950	1160	1240	485	1855	2160					
Tổn thất ngắn mạch (W)	3700	5900	5900	6500	7400	9300	9400	11400	11400					
Điện áp ngắn mạch (%)	4,5	5,5	5	5	4,5	6	6	5,5	5,5					
1 pha														
kVA định mức	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Tổn thất không tải (W)	105	115	120	140	150	175	200	215	265	305	450	450	525	635
Tổn thất ngắn mạch (W)	400	530	635	730	865	1065	1200	1400	1900	2000	2450	3950	3950	4335
Điện áp ngắn mạch (%)	5	5	5	4,5	4,5	4	4	5	5	4,5	5,5	5	5	

3.4 Bảo vệ biến áp với đặc tính theo bảng J3-5 ở trên bằng CB của Merlin Gerin

Bảng J3-6. Bảo vệ biến áp hạ áp/hạ áp 3 pha với cuộn sơ cấp 400 V

Biến áp 3 pha (400V sơ cấp)	CB			
P (kVA)	I_n (A)	U_{sc} %	dạng CB	dòng định mức bộ tác động (A)/ loại
5	7	4,5	C60/NC100D hoặc K	20
10	14	5,5	C60/NC100D hoặc K	32
16	23	5,5	C60/NC100D hoặc K	63
20	28	5,5	C60/NC100D hoặc K	63
25	35	5,5	NC100D	80
31,5	44	5	NC100D	80
40	56	5	NC100D	80
50	70	4,5	NC100D	100
63	89	5	NS100H/L NS160H/L	MA100 STR22SE
80	113	5	NS160H/L	STR22SE
100	141	5,5	NS250N/H/L	STR22SE
125	176	4,5	NS250N/H/L NS400N/H/L	STR22SE STR23SE
160	225	5,5	NS250N/H/L NS400N/H/L	STR22SE STR23SE
250	352	5	C801N/H/L	STR35SE
315	444	4,5	C801N/H/L	STR35SE
400	563	6	C801N/H/L	STR35SE
500	704	6	C801N/H/L C1001N/H/L	STR35SE STR35SE
630	887	5,5	C1001N/H/L C1251N/H	STR35SE STR35SE

C.J

Bảng J3-7. Bảo vệ biến áp hạ áp/hạ áp 3 pha với cuộn sơ cấp 230 V

Biến áp 3 pha (230V sơ cấp)	CB			
P (kVA)	I_n (A)	U_{sc} %	dạng	dòng định mức bộ tác động (A)/loại
5	12	4,5	C60/NC100D hoặc K	40
10	24	5,5	C60/NC100D hoặc K	63
16	39	5,5	NC100D	80
20	49	5,5	NC100D	100
25	61	5,5	NS100H/L	STR22SE
31,5	77	5	NS100H/L	STR22SE
40	97	5	NS100H/L	STR22SE
50	122	4,5	NS100H/L	STR22SE
63	153	5	NS250N/H/L NS400N/H/L	STR22SE STR23SE
80	195	5	NS250N/H/L NS400N/H/L	STR22SE STR23SE
100	244	5,5	NS630N/H/L	STR23SE
125	305	4,5	C801N/H/L	STR35SE
160	390	5,5	C801N/H/L	STR35SE
250	609	5	C801N/H/L C1001N/H/L, C1215N/H	STR35SE STR35SE
315	767	4,5	C1001N/H/L	STR35SE
400	974	6	C1251N/H	STR35SE

Bảng J3-8. Bảo vệ biến áp hạ áp/hạ áp 1 pha với cuộn sơ cấp 400 V

Biến áp 3 pha (400V sơ cấp)	CB			
P (kVA)	I_n (A)	U_{sc} %	dạng CB	dòng định mức bộ tác động (A)/loại
0,1	0,24	13	C60D hoặc K	1
0,16	0,39	10,5	C60D hoặc K	1
0,25	0,61	9,5	C60D hoặc K	1
0,4	0,98	7,5	C60D hoặc K	2
0,63	1,54	7	C60D hoặc K	3
1	2,44	5,2	C60D hoặc K	6
1,6	3,9	4	C60/NC100D hoặc K	10
2	4,88	2,9	C60/NC100D hoặc K	10
2,5	6,1	3	C60/NC100D hoặc K	16
4	9,8	2,1	C60/NC100D hoặc K	20
5	12,2	1,9	C60/NC100D hoặc K	32
6,3	15,4	1,6	C60/NC100D hoặc K	40
8	19,5	5	C60/NC100D hoặc K	50
10	24	5	C60/NC100D hoặc K	63
12,5	30	5	C60/NC100D hoặc K	63
16	39	4,5	NC100D	80
20	49	4,5	NC100D	100
25	61	4,5	NS160H/L	STR22SE
31,5	77	4	NS160H/L	STR22SE
40	98	4	NS160H/L	STR22SE
50	122	4	NS160H/L	STR22SE
63	154	5	NS250N/H/L NS400N/H/L	STR22SE STR23SE
80	195	4,5	NS250N/H/L NS400	STR22SE STR23SE
100	244	5,5	NS630	STR23SE
125	305	5	C801N/H/L	STR35SE
160	390	5	C801N/H/L	STR35SE

C.J

Bảng J3-9. Bảo vệ biến áp hạ áp/hạ áp 1 pha với cuộn sơ cấp 230 V

Biến áp 3 pha (230V sơ cấp)	Máy cắt			
P (kVA)	I_n (A)	U_{sc} %	dạng CB	dòng định mức bộ tác động (A)/loại
0,1	0,4	13	C60D hoặc K	1
0,16	0,7	10,5	C60D hoặc K	2
0,25	1,1	9,5	C60D hoặc K	3
0,4	1,7	7,5	C60D hoặc K	4
0,63	2,7	7	C60D hoặc K	6
1	4,2	5,2	C60/NC100D hoặc K	10
1,6	6,8	4	C60/NC100D hoặc K	16
2	8,4	2,9	C60/NC100D hoặc K	16
2,5	10,5	3	C60/NC100D hoặc K	20
4	16,9	2,1	C60/NC100D hoặc K	40
5	21,1	1,9	C60/NC100D hoặc K	50
6,3	27	1,6	C60/NC100D hoặc K	63
8	34	5	NC100D	80
10	42	5	NC100D	100
12,5	53	5	NC100D	100
16	68	4,5	NS160H/L	STR22SE
20	84	4,5	NS160H/L	STR22SE
25	105	4,5	NS250N/H/L NS250N/H/L	STR22SE STR22SE
31,5	133	4	NS250N/H/L	STR22SE
40	169	4	NS250N/H/L NS400N/H/L	STR22SE STR23SE
50	211	5	NS250N/H/L NS400N/H/L	STR22SE STR23SE
63	266	5	NS630N/H/L	STR23SE
80	338	4,5	C801N/H/L	STR35SE
100	422	5,5	C801N/H/L	STR35SE
125	528	5	C801N/H/L	STR35SE
160	675	5	C801N/H/L C1001N/H/L	STR35SE STR35SE

4. MẠCH CHIẾU SÁNG

Chiếu sáng đúng cách góp phần bảo vệ an toàn cho người.

Thiết kế và thực hiện việc chiếu sáng đòi hỏi phải hiểu rõ về vật liệu lắp đặt và thông thuộc quy tắc an toàn chống tai nạn ở những nơi công cộng.

Trên thực tế, thực hiện chiếu sáng đúng đắn trong trường hợp xảy ra hỏa hoạn hay tai nạn là rất quan trọng, do làm giảm tâm lý hoảng sợ và cho phép thực hiện công việc bảo đảm an toàn.

Định nghĩa

Chiếu sáng bình thường (chiếu sáng làm việc) là loại chiếu sáng thông thường hàng ngày.

Chiếu sáng sự cố phải đảm bảo cho việc di tản người ra khỏi vùng có tai nạn trong trường hợp hệ chiếu sáng bình thường bị mất. Hơn nữa, chiếu sáng sự cố phải hỗ trợ được cho các hoạt động đảm bảo an toàn.

Chiếu sáng dự phòng để thay thế chiếu sáng bình thường khi có sự cố. Loại chiếu sáng này cho phép tiếp tục thực hiện công việc hàng ngày bình thường hoặc ít hoặc nhiều tùy theo đặc điểm thiết kế và thời gian mất hệ chiếu sáng bình thường. Hệ thống chiếu sáng sự cố phải tự hoạt động ngay khi hệ chiếu sáng dự phòng không làm việc được nữa.

C.J

4.1 Tính liên tục hoạt động

Chiếu sáng bình thường (làm việc)

Chiếu sáng bình thường phải hoạt động liên tục, không lệ thuộc vào các hệ bổ sung khác.

Các quy tắc về yêu cầu thấp nhất cho ERP (nơi hay có đông người hiện diện) ở phần lớn các nước châu Âu như sau:

- các thiết bị chiếu sáng ở đây phải được điều khiển và bảo vệ độc lập với các thiết bị chiếu sáng cho những nơi khác;

- mất điện ở phần mạch chiếu sáng cuối (nghĩa là đứt cầu chì hay CB tác động) không được kéo theo mất điện hoàn toàn ở nơi có thể chứa được hơn 50 người;

- bảo vệ bằng RCD cần thực hiện cho nhiều nơi (nghĩa là dùng nhiều RCD).

Chiếu sáng sự cố

Trong mạch chiếu sáng sự cố cần phối hợp tuyệt đối giữa các thiết bị bảo vệ ở các mạch khác nhau.

Chiếu sáng sự cố bao gồm chiếu sáng đèn hiệu, bảng chỉ hướng đi và lối thoát cũng như chiếu sáng chung.

Chỉ dẫn thoát khẩn cấp

Ở nơi chứa được nhiều hơn 50 người cần phải có các đèn chỉ hướng ra các lối thoát gần nhất.

Đèn chiếu sáng sự cố chung

Bắt buộc phải có ở nơi chứa được 100 người hoặc hơn (50 người hoặc hơn ở dưới mặt đất).

Sự cố ở mạch phân phối chiếu sáng không được ảnh hưởng lên các mạch khác:

- phối hợp giữa rơle bảo vệ quá dòng và RCD phải là tuyệt đối sao cho chỉ mạch có sự cố bị ngắt;

- phải lắp đặt theo sơ đồ IT hoặc toàn bộ theo cách điện loại II, nghĩa là cách điện 2 lớp.

Mục 4.7 mô tả các dạng nguồn cung cấp khác nhau.

4.2 Đèn và phụ kiện

Đèn huỳnh quang ống

Để hoạt động bình thường đèn huỳnh quang cần có ballast và starter (dùng để khởi động đèn).

Ballast là cuộn cảm lõi sắt luôn nối tiếp với đèn và có ba nhiệm vụ:

- giới hạn dòng làm nóng trong thời gian khởi động ngắn ngủi;
- tạo xung cao áp cuối thời gian khởi động để gây hồ quang ban đầu;
- ổn định dòng qua đèn (từ đây có tên ballast).

Sự hiện diện ballast làm cosφ của mạch thấp (khoảng 0,6) cùng với sự tiêu thụ công suất phản kháng (thường được xác định bằng thiết bị đo). Vì vậy thông thường mỗi đèn có tụ điện chỉnh cosφ riêng.

Starter là côngtắc khi ngắt dòng (làm nóng cực) đi ngang qua ballast sẽ tạo xung áp quá độ qua bóng, gây hồ quang (dưới dạng phóng điện qua khí) trong đèn. Quá trình phóng điện tự tiếp diễn ở điện thế bình thường.

Ballast, tụ điện và bóng đèn gây nhiễu trong thời gian khởi động, làm việc bình thường và tắt. Các nhiễu này được phân tích trong bảng J4-1.

4.3 Mạch và bảo vệ mạch

Định kích cỡ và bảo vệ dây

Dòng lớn nhất trong mạch có thể tính bằng phương pháp đề cập đến ở chương B. Từ đó cần tính:

- công suất định mức của đèn và ballast;
- hệ số công suất.

Nhiệt độ bên trong panel phân phối cũng ảnh hưởng đến việc chọn lựa thiết bị bảo vệ (xem phần H2, mục 4.4). Thông thường nhà sản xuất cho sẵn bảng để giúp cho việc lựa chọn.

Lưu ý: ở mạch có dòng đỉnh quá cao (lúc bật) và có thể làm CB tác động, cần chọn kích cỡ dây sau khi chọn CB bảo vệ với dòng chỉnh định đủ lớn để không tác động (ở dòng đỉnh). Xem lưu ý ở bảng J4-2.

Hệ số đồng thời (khác biệt) ks

Đặc điểm của mạch chiếu sáng cỡ lớn (ví dụ như cho xưởng) là toàn bộ tải sẽ "đóng" hay "cắt". Hơn nữa, đối với các mạch chiếu sáng ra từ bảng mạch phân phối thường có hệ số ks gần bằng 1. Vì vậy, phần bên trong bảng mạch chiếu sáng sẽ có sự tăng nhiệt độ, do vậy cần lưu ý khi chọn thiết bị bảo vệ.

Bảng J4-1. **Phân tích nhiễu trong mạch chiếu sáng huỳnh quang**

	Nhiễu khi bật	Nhiễu khi tắt	Nhiễu khi hoạt động ổn định
Đèn huỳnh quang 1 pha với tụ điện chỉnh hệ số công suất 1 2 3	• Dòng đỉnh lớn cho sạc tụ điện; biên độ 10 I_n (s) Nhiều đèn trong 1 mạch có thể tạo đỉnh 300-400 A trong 0,5 ms, có thể làm CB hoạt động hay cháy tiếp điểm trong côngtăctơ. Trên thực tế, nên giới hạn 8 đèn/côngtăctơ/ mạch. • Quá tải trung bình ở thời điểm đầu của chế độ ổn định (1,1 - 1,5 I_n/giây) tùy theo loại starter	Không có vấn đề gì đặc biệt	Sự hiện diện của các hài dòng (dòng hình sin với tần số bằng một số nguyên lần 50 (60) Hz): • Với đèn nối hình tam giác (xem Phụ lục J3) (hệ 3 pha, 3 dây, 230 V) có hiện diện của các hài bậc 5 và 7 ở mức rất thấp. 1 2 3

Tiếp bảng J4-1

Bộ đèn huỳnh quang 1 pha, 2 bóng, mỗi bóng có starter riêng và ballast mắc nối tiếp. Một bóng có tụ điện nối tiếp với ballast của mình. Hai bóng nối song song nhau. Cách bố trí này gọi theo quốc tế là mạch kép. Nó cho phép loại hiệu ứng nháy và hiệu chỉnh hệ số công suất tổng thể starter ballast A B starter	• Không bị dòng đỉnh cao như ở trên • Quá tải trung bình ở thời điểm đầu của chế độ làm việc ổn định cũng giống như 1 bóng ở trên Cách bố trí này nên dùng trong các trường hợp khó.	Không có vấn đề gì đặc biệt	• Đèn nối hình sao (hệ 3 pha, 4 dây, 400/230 V) có hiện diện hài bậc 3 ở dây trung tính. Thành phần này có thể đạt đến 70-80% dòng pha định mức • Trong trường hợp này, tiết diện dây trung tính phải bằng tiết diện dây pha 1 2 3 N
Đèn huỳnh quang với ballast cao tần Ưu: - Tiết kiệm khoảng 25% năng lượng điện - Khởi động nhanh, 1 lần - Không gây hiệu ứng nháy hay sáng lóe	• Có thể tạo dòng đỉnh khi khởi động • Có thể tạo rò điện dòng cao tần (ở 30 kHz) xuống đất qua tụ nối pha với đất	Không có vấn đề gì đặc biệt	

4.4 Xác định dòng định mức CB

Dòng định mức CB thường được chọn theo dây dẫn được CB bảo vệ (Tuy nhiên, trong trường hợp đặc biệt như ở lưu ý mục 4.3 cần thực hiện quá trình ngược lại). Dòng cho phép của dây dẫn xác định theo dòng tải ổn định lớn nhất trong mạch..

Bảng sau đây cho phép chọn CB trong vài trường hợp riêng biệt.

Bảng J4-2. Định mức CB bảo vệ cho đèn nung sáng và mạch kiểu biến trở (xem lưu ý dưới đây)

Công suất (kW)	Dòng định mức 1 pha I_n (A)	Dòng định mức 3 pha, 230V I_n (A)	Dòng định mức 3 pha, 400V I_n (A)
1	6	3	2
1,5	10	4	3
2	10	6	4
2,5	16	10	4
3	16	10	6
3,5	20	10	10
4	20	16	10
4,5	25	16	10
5	25	16	10
6	32	20	10
7	32	20	16
8	40	25	16
9	50	25	16
10	50	32	20

Lưu ý: ở nhiệt độ phòng, điện trở dây tóc bóng đèn nung sáng 100 W, 230 V khoảng 34 Ω. Vài miligiây sau khi bật, điện trở tăng lên $230^2/100 = 529\ \Omega$.

Dòng đỉnh khởi điểm tại thời điểm đóng mạch lớn hơn khoảng 15 lần dòng định mức.

Dòng đỉnh quá độ tương tự (thông thường ít hại hơn) xuất hiện trong quá trình đóng điện cho thiết bị nhiệt kiểu biến trở.

Bảng J4-3 dùng cho lưới 230V và 400V, có hoặc không có tụ điện riêng để chỉnh hệ số công suất.

Bảng J4-3. Giới hạn lớn nhất cho dòng định mức của mạch chiếu sáng sử dụng đèn phóng điện cao áp

Đèn huỳnh quang hơi thủy ngân	
P ≤ 700 W	6A
P ≤ 1000 W	10A
P ≤ 2000 W	16A
Đèn hơi thủy ngân halogen kim loại	
P 275 W	6A
P 1000 W	10A
P 2000 W	16A
Đèn phóng điện Natri cao áp	
P 400 W	6A
P 1000 W	10A

Bảng J4-4. Dòng định mức của CB theo số bóng đèn huỳnh quang cần bảo vệ

230V, 1 pha 3 pha + trung tính : 400V pha/pha															
Kiểu chiếu sáng	Công suất đèn (W)	Số đèn / pha													
1 pha có tụ	18	7	14	21	42	70	112	140	175	225	281	351	443	562	703
	36	3	7	10	21	35	56	70	87	112	140	175	221	281	351
	58	2	4	6	13	21	34	43	54	69	87	109	137	174	218
Mạch kép có tụ	2 x 18 = 36	3	7	10	21	35	56	70	87	112	140	175	221	281	351
	2 x 36 = 72	1	3	5	10	17	28	35	43	56	70	87	110	140	175
	2 x 58 = 116	1	2	3	6	10	17	21	27	34	43	54	68	87	109
Dòng định mức của CB 1,2,3,4 cực		1	2	3	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100

Tính số bóng đèn huỳnh quang có tụ điện mắc kiểu sao:

$$\text{Bóng/pha} = \frac{0{,}8\text{C}x0{,}86\text{V}}{P_u x1{,}25}$$

C - dòng định mức CB; V - áp pha/trung tính; 0,86 - cosφ trong mạch; 0,8 - hệ số giảm vì nhiệt độ cao trong hộp CB; 1,25 - hệ số Watt do ballast tiêu thụ; P_u - công suất định mức của bóng (W).

Hệ 3 pha 3 dây (230V) pha/pha															
Kiểu chiếu sáng	Công suất đèn	Số đèn / pha													
1 pha có tụ	18	4	8	12	24	40	64	81	101	127	162	203	255	324	406
	36	2	4	6	12	20	32	40	50	64	81	101	127	162	203
	58	1	2	3	7	12	20	25	31	40	50	63	79	100	126
Mạch kép có tụ	2 x 18 = 36	2	4	6	12	20	32	40	50	64	81	101	127	162	203
	2 x 36 = 72	1	2	3	6	10	16	20	25	32	40	50	63	81	101
	2 x 58 = 116	0	1	1	3	6	10	12	15	20	25	31	39	50	63
Dòng định mức của CB cực 2, 3		1	2	3	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100

Tính số bóng đèn huỳnh quang có tụ điện chỉnh hệ số công suất trên mỗi pha nối kiểu tam giác:

$$\text{Bóng/pha} = \frac{0{,}8\text{C}x0{,}86\text{U}}{P_u x1{,}25x\sqrt{3}}$$

U - áp pha/pha.

4.5 Chọn thiết bị đóng cắt và điều khiển

Ưu điểm của thiết bị đóng cắt có cả chức năng điều khiển từ xa và bảo vệ (với máy cắt có dòng rò điều khiển được) là làm đơn giản hóa mạch điều khiển chiếu sáng rất nhiều, vì vậy được dùng cho nhiều loại sơ đồ điều khiển khác nhau.

Một vài thiết bị đóng cắt có mạch điều khiển hoạt động ở điện áp cực thấp (ELV - nghĩa là < 50 hay < 25 V tùy theo yêu cầu). Các mạch này có cách điện 4000 V tùy theo loại mạch.

Các dạng điều khiển từ xa được trình bày trong bảng J4-5.

Bảng J4-5. Các loại điều khiển từ xa

Chế độ điều khiển từ xa	Nhiệm vụ của thiết bị đóng cắt và điều khiển				
	Điều khiển từ xa	Điều khiển từ xa + bảo vệ quá dòng	Điều khiển từ xa + bảo vệ quá dòng + kiểm soát và bảo vệ cách điện	Thiết bị điều khiển tại chỗ	Thiết bị điều khiển trung tâm
Từng điểm	Công tắc đôi	CB điều khiển qua dây dẫn	Máy cắt dòng rò điều khiển qua dây dẫn	Nút nhấn	Công tắc có thời gian ngắt tự động
Trung tâm	Côngtăctơ			Công tắc	Công tắc quang điện tự động
Từng điểm và trung tâm	Công tắc đôi; công tắc điều khiển từ xa			Nút nhấn	Bộ phận dò di động; đồng hồ rơle trung tâm
Tín hiệu điều khiển qua đường thông tin	Công tắc điều khiển từ xa	Máy cắt điều khiển từ xa qua bus thông tin	Máy cắt dòng rò điều khiển qua bus thông tin	Tùy loại	
Điều khiển theo chu kỳ có hiệu chỉnh	Côngtăctơ tĩnh điều khiển từ xa /tổ hợp máy cắt.				

4.6 Bảo vệ mạch chiếu sáng với điện áp cực thấp

Biến áp hạ áp/ áp cực thấp (LV/ELV) thường nằm ở vị trí khó truy cập, vì vậy phần bảo vệ bên thứ cấp khó với tới. Vì lý do này mà phần bảo vệ thường làm ở phần sơ cấp.

Thiết bị bảo vệ được chọn để:

+ điều khiển đóng cắt (Multi 9 CB, loại C, hay cầu chì aM);

+ để bảo vệ khỏi ngắn mạch, cần kiểm tra:

- nếu là CB, giá trị dòng ngắn mạch nhỏ nhất phải lớn hơn trị chỉnh định của bộ tác động kiểu từ I_m;

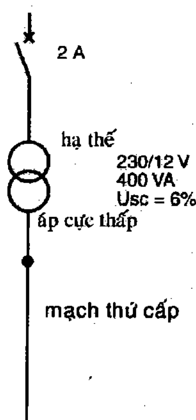
- nếu là cầu chì, cần đảm bảo rằng năng lượng I^2t qua nó khi dòng ngắn mạch nhỏ nhất phải thấp hơn so với mức chịu nhiệt của dây dẫn;

+ nếu cần phải đặt bảo vệ quá tải. Tuy nhiên, nếu chọn đúng số đèn có thể không cần phải bảo vệ quá tải.

Ví dụ

Dòng I_{sc2} của đầu thứ cấp biến áp 1 pha hạ áp /áp cực thấp bằng: $\frac{U_S}{Z_S}$, trong đó: $Z_s = \frac{U_s^2}{P_n} x \frac{U_{sc}\%}{100}$

sao cho: $I_{sc2} = \frac{P_n x100}{U_s x U_{sc}\%} = \frac{400x100}{12x6} = 55$ A tương ứng với I_{sc1} 29 A ở mạch sơ cấp.



Hình J4-6. Ví dụ.

- ăcquy (luôn được sạc từ nguồn chiếu sáng thông thường) nối thường trực với đèn, hoặc

- máy phát chạy bằng động cơ nhiệt có đặc tính đảm bảo cung cấp cho tải quan trọng trong vòng 1 giây sau khi mất nguồn chính, hoặc

- nguồn tự hành lấy điện từ hệ thống chiếu sáng thường và trong trường hợp mất nguồn chính phải cung cấp ít nhất là 1 giờ bằng ăcquy riêng. Ăcquy này được sạc trong điều kiện bình thường.

Các nguồn này có đèn huỳnh quang cho chiếu sáng sự cố và đèn huỳnh quang hay đèn nung sáng cho các bảng chỉ cửa thoát và mũi tên chỉ hướng đi.

Mạch cho mọi đèn sự cố: phải độc lập với các mạch khác [1]

Loại C

Trong điều kiện bình thường đèn có thể có hoặc không có điện, và nếu có, có thể được cấp từ hệ chiếu sáng bình thường hoặc sự cố.

- ăcquy chiếu sáng sự cố phải luôn được sạc từ nguồn bình thường bởi hệ thống điều chỉnh tự động, đảm bảo chiếu sáng sự cố trong ít nhất 1 h;

- máy phát chạy bằng động cơ nhiệt phải đảm bảo tự động cung cấp cho toàn bộ tải chiếu sáng sự cố từ trạng thái dự phòng (tĩnh) nhiều nhất trong vòng 15 giây sau khi mất nguồn chính.

Năng lượng khởi động động cơ lấy từ ăcquy (có thể đề được 6 lần) hay hệ thống khí nén cung cấp. Năng lượng dự trữ tối thiểu cho hai hệ thống khởi động cần được tự động duy trì;

- việc mất nguồn sự cố trung tâm cần được phát hiện tại một số điểm và cần kịp thời thông báo cho nhân viên giám sát /bảo trì:

(1) Mạch loại A và B, trong trường hợp dùng nguồn trung tâm khi sự cố, phải là loại chống cháy. Các hộp nối, đầu nối, v.v... phải qua thử nghiệm nhiệt theo tiêu chuẩn quốc gia, hay mạch phải đặt trong ống bảo vệ, hộp, v.v... đủ sức đảm bảo chịu được ít nhất 1 giờ khi bị cháy.

- nguồn tự hành có thể ở dạng chiếu sáng thường xuyên hoặc không.

Các mạch cho các đèn chiếu sáng sự cố dạng này phải là mạch độc lập(2).

Loại D

Loại này gồm những đèn cầm tay dùng pin được nhân viên phục vụ hay công chúng sử dụng.

(2) Mạch loại C không yêu cầu phải đảm bảo điều kiện của (1).

5. CÁC ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Động cơ không đồng bộ (cảm ứng) thường bền và đáng tin cậy, nên được sử dụng rộng rãi. 95% động cơ trên khắp thế giới là động cơ không đồng bộ. Do đó bảo vệ các động cơ này có tầm quan trọng lớn.

Các hậu quả của bảo vệ động cơ không đúng là:

+ đối với người:

- bị ngạt do nghẽn thông gió động cơ;
- điện giật do hư hỏng cách điện;
- tai nạn do dính tiếp điểm côngtăctơ điều khiển;

+ đối với máy truyền động và công nghệ:

- ly hợp trục và biên hư hỏng do động cơ bị kẹt;
- mất sản phẩm;
- ngừng trệ sản xuất;

+ đối với động cơ:

CB loại C tác động nếu dòng sơ cấp $\geq I_{m1} = 10I_n = 20A$ tương đương với dòng thứ cấp $20 \times \frac{230}{12} = 383A$.

Điện trở lớn nhất của mạch (*) ELV (nghĩa là mạch thứ cấp) có thể chọn từ hai dòng sự cố 555A và 383A như sau:

$$R_c = \frac{U_2}{I_{m2}} - \frac{U_2}{I_{SC2}} = \frac{12}{383} - \frac{12}{555} = 0{,}0313 - 0{,}0216 = 9{,}7\ m\Omega$$

(*) Từ đầu ra của biến áp tới bảng mạch phân phối ELV.

Lưu ý: Về nguyên tắc, giá trị thực cho phép của Rc phải lớn hơn 9,7 mΩ vì tổng trở nguồn (nghĩa là U2/555) là cảm kháng, không phải là điện trở nữa như trong ví dụ. Hơn nữa, để đơn giản hơn, và để tự động đảm bảo mức an toàn trong mọi trường hợp cần làm bài toán trừ số học như trên.

Như vậy chiều dài lớn nhất của mạch 12 V dựa trên 9,7 mΩ là:

$$\frac{R(m\Omega)xS(mm^2)}{2x22{,}5\left(\frac{m\Omega.mm^2}{m}\right)} = \frac{9{,}7x6}{2x22{,}5} = 1{,}3\ m \text{ đối với dây đồng } 6\ mm^2.$$

Kế đó cần kiểm tra xem liệu chiều dài này có đủ để kéo đến tủ phân phối 12 V, nơi có các lộ ra được bảo vệ bằng các thiết bị khác. Nếu chưa đủ, cần tăng tiết diện dây dẫn tỉ lệ với chiều dài cần thiết để thỏa mãn điều kiện cho R_c; ví dụ, trong trường hợp trên, dây 10 mm^2 phải có chiều dài 1,3 x 10/6 = 2,2 m.

C.J

4.7 Nguồn cung cấp cho chiếu sáng sự cố

Nguồn cung cấp cho chiếu sáng sự cố phải cung cấp điện đầy đủ cho mọi đèn trong những tình thế khẩn cấp nhất có thể xảy ra và trong thời gian ấn định cần thiết để hoàn tất việc di tản (ít nhất là 1 h trong mọi trường hợp).

Tương hợp giữa nguồn chiếu sáng sự cố và các phần khác

Nguồn chiếu sáng sự cố phải cung cấp điện cho mạch chiếu sáng sự cố. Hệ thống chiếu sáng dự phòng hoạt động để tiếp tục chiếu sáng trong trường hợp hệ thống chính có sự cố (thông thường trong những tình huống không phải là khẩn cấp). Hệ thống chiếu sáng sự cố phải được đưa vào hoạt động tự động khi chiếu sáng dự phòng không làm việc được nữa.

Điện cho nguồn chiếu sáng sự cố có thể dùng cung cấp luôn cho chiếu sáng dự phòng, chỉ cần thỏa mãn các điều kiện dưới đây:

- ở nơi có nhiều nguồn, khi một nguồn bị mất cũng phải đảm bảo cung cấp điện đủ cho mọi hệ thống an toàn với tự động cắt tải không quan trọng (nếu cần);

- mất một nguồn hay thiết bị có liên quan đến an toàn không gây ảnh hưởng đến mọi nguồn và thiết bị an toàn khác;

- mọi thiết bị an toàn cần được bố trí để nhận điện từ bất kỳ nguồn nào.

Phân loại các sơ đồ chiếu sáng sự cố

Mỗi quốc gia có quy tắc riêng về an toàn trong các tòa nhà và những nơi đông người. Phân loại những nơi này dẫn đến việc xác định cách giải quyết thích hợp nhất cho phép dùng các sơ đồ chiếu sáng sự cố ở nhiều nơi khác nhau. Có bốn loại điển hình sau:

Loại A

Các đèn luôn hoạt động khi có người bằng một nguồn trung tâm (ăcquy hay máy phát chạy bằng động cơ nhiệt). Các mạch dạng này phải là mạch độc lập[1]

Loại B

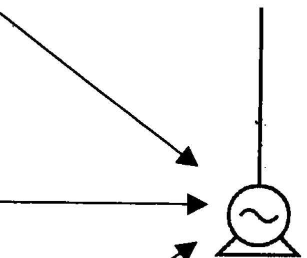
Các đèn luôn hoạt động khi có người hoặc bằng:

Bảng J5-2. Các mạch cấp điện thường dùng cho động cơ hạ áp

Bảo vệ cơ bản Chuẩn	Cầu chì – dao cách ly + discontactor (có rơle nhiệt)	CB + discontactor (có rơle nhiệt)	CB động cơ + côngtăctơ	CB côngtăctơ ACPA
Dao cách ly điều khiển bằng tay bảo vệ ngắn mạch bảo vệ quá tải Điều khiển từ xa				
	- dãy công suất lớn - dùng cho mọi sơ đồ khởi động - giải pháp đã được thử nghiệm - dùng cho hệ có mức dòng sự cố lớn	- dãy công suất lớn - không cần cung cấp cầu chì - tạo sự cách ly thấy được - nhận dạng được nguyên nhân tác động (ngắn mạch hay quá tải)	- phương án đơn giản và hiệu quả cho động cơ công suất nhỏ	- giá thành lắp đặt thấp - không cần bảo trì - mức độ an toàn và tin cậy cao - thích hợp cho hệ có mức dòng sự cố lớn - tuổi thọ cao

C.J

Tiếp bảng J5-2

Điều khiển điện tử	**Thiết bị khởi động mềm** + hạn chế: - dòng đỉnh I - sụt áp U - ràng buộc cơ khi khởi động + bảo vệ nhiệt đi kèm	**Điều khiển động cơ** - từ 2 đến 130% của tốc độ định mức - có bảo vệ nhiệt - khả năng giao tiếp
Thiết bị bảo vệ phòng ngừa hoặc giới hạn	**Cảm biến nhiệt** Bảo vệ chống quá nóng động cơ nhờ cảm biến nhiệt trong các cuộn dây động cơ nối với các rơle	
	Rơle đa chức năng Các thiết bị bảo vệ nhiệt trực tiếp và gián tiếp chống: - khởi động quá lâu hoặc kẹt động cơ - không cân bằng hoặc đảo pha của áp - sự cố chạm đất hoặc dòng rò lớn - động cơ chạy không tải, động cơ bị khóa trong khi khởi động - chỉ thị báo hiệu quá nhiệt	
	Kiểm soát cách điện và RCD Bảo vệ chống dòng rò và ngắn mạch chạm đất. Báo tín hiệu cần thiết để thay thế hoặc bảo trì động cơ	

- các cuộn dây cháy do động cơ kẹt;

- tốn phí tháo lắp thay mới;

- tốn phí tháo lắp sửa chữa.

Do đó, an toàn của người và vật, cũng như mức độ tin cậy và khả dụng sẽ quyết định việc chọn thiết bị bảo vệ.

Về mặt kinh tế cần xét đến tổng tổn thất do sự cố sẽ tăng cùng với kích thước của động cơ và hậu quả của sự cố. Các khó khăn để tiếp cận động cơ cũng tăng. Việc mất mát sản phẩm cũng là một yếu tố quan trọng cần tính đến.

Các đặc thù về hoạt động của động cơ ảnh hưởng đến mạch động lực cấp điện cho nó.

Mạch động lực chịu các ràng buộc đặc thù so với các mạch phân phối khác, do đặc tính đặc biệt của động cơ như:

- dòng khởi động lớn (xem hình J5-1) có tính cảm cao, và do đó có thể gây sụt áp đáng kể;

- số lần và tần số khởi động lớn;

- dòng khởi động lớn nghĩa là các thiết bị bảo vệ quá tải động cơ phải có đặc tuyến tránh bị tác động khi khởi động.

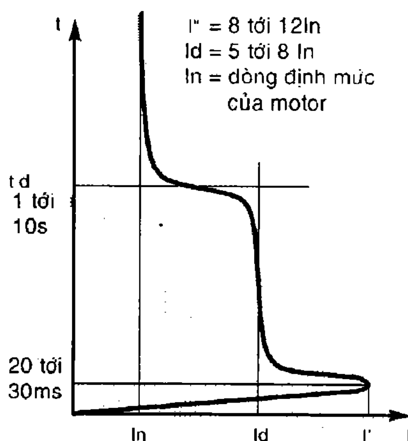
5.1 Các chức năng bảo vệ và điều khiển cần thiết

Các chức năng thường là:

+ bảo vệ cơ bản, bao gồm:

- cách ly một cách dễ dàng;

- điều khiển bằng tay gần và /hoặc từ xa;



Hình J5-1. Đặc tính mở máy trực tiếp của động cơ cảm ứng.

- bảo vệ chống ngắn mạch;
- bảo vệ chống quá tải;

+ thiết bị điều khiển điện tử bao gồm:

- khởi động mềm động cơ, hoặc
- điều khiển tốc độ;

+ thiết bị bảo vệ phòng ngừa hay giới hạn bao gồm:

- cảm ứng nhiệt;
- rơle đa năng;
- kiểm soát điện trở cách điện thường xuyên hay RCD (thiết bị so lệch dòng rò).

Bảng J5-2 chỉ các cấu hình mạch động cơ dùng trong tủ phân phối hạ áp.

+ bảo vệ khởi động tốt hơn trong trường hợp dòng ngắn mạch khoảng $30I_n$ (xem hình J5-3).

Trong phần lớn các trường hợp sự cố ngắn mạch xảy ra tại động cơ, do đó dòng bị giới hạn bởi cáp và dây quấn trong bộ khởi động (ví dụ như cuộn ngắt hoạt động trực tiếp của CB);

+ khả năng thêm vào RCD:

- một RCD có độ nhạy 500mA thực tế loại trừ nguy hiểm cháy do dòng rò;
- bảo vệ chống lại phá hủy động cơ bằng cách phát hiện sớm dòng rò đất (300mA tới 30A);

+ v.v...

Ghi chú: Khi dòng ngắn mạch rất lớn, tiếp điểm của một số côngtăctơ có thể bị hở tức thời do lực đẩy điện từ, do đó hai bộ tiếp điểm (nghĩa là của cả CB lẫn của côngtăctơ) sẽ hoạt động nối tiếp. Sự phối hợp này tăng khả năng cắt ngắn mạch so với CB đơn độc.

Kết luận

Phối hợp CB/ côngtăctơ/ rơle nhiệt (1) để kiểm soát và bảo vệ các mạch động cơ rất thích hợp cho các trường hợp:

- giảm bớt công tác bảo trì cho hệ thống, vốn là vấn đề cho các xí nghiệp tiểu thủ công nghiệp, và các xí nghiệp công nghiệp cỡ nhỏ và vừa;
- đặc điểm công việc đòi hỏi các chức năng phụ;
- có nhu cầu thường xuyên về thiết bị cắt tải trong trường hợp dính tiếp điểm của côngtăctơ.

C.J

(1) côngtăctơ dùng chung với rơle nhiệt thường được gọi là discontactor.

Tiêu chuẩn hóa việc sử dụng CB/ discontactor

Các loại côngtăctơ

Tiêu chuẩn IEC 947-4 đưa ra các loại côngtăctơ cho phép dễ dàng chọn lựa một côngtăctơ thích hợp cho một chế độ phục vụ cho trước.

Phân loai sử dụng giúp xác định:

- phạm vi chức năng mà côngtăctơ phải đáp ứng;

- khả năng cắt và tạo dòng;

- các giá trị thí nghiệm tiêu chuẩn cho tuổi thọ khi có tải, tùy theo việc sử dụng nó.

Bảng sau cho một số ví dụ về các loại sử dụng tiêu biểu.

Bảng J5-4. **Phân loại sử dụng cho côngtăctơ (IEC 947-4)**

Loại sử dụng	Đặc trưng ứng dụng
AC-1	Tải mang tính trở (hoặc mang ít tính cảm) cos$\varphi \geq 0,95$ (sưởi, phân phối)
AC-2	Khởi động và tắt động cơ rôto dây quấn
AC-3	Động cơ lồng sóc: khởi động và tắt động cơ khi đang chạy
AC-4	Động cơ lồng sóc: khởi động, lên tải, tăng tải từ từ

Các loại phối hợp

Mỗi tổ hợp các thiết bị cần có một kiểu phối hợp tùy theo tình trạng các phần tử theo CB cắt sự cố, hoặc mở côngtăctơ khi quá tải.

IEC 947-4-1 xác định hai loại phối hợp: loại 1 và 2 để chỉnh giới hạn cho phép sự hư hỏng thiết bị đóng cắt, không được phép gây nguy hiểm cho người sử dụng.

+ loại 1: hư hỏng công tắc tơ và/hoặc rơle được phép trong hai điều kiện:

5.2 Các tiêu chuẩn

Các tiêu chuẩn quốc tế qui định được bàn đến trong mục này là: IEC 947-2, 947-3, 947-4-1 và 947-6-2. Các tiêu chuẩn này được một số nước chấp nhận (thường không thay đổi) như là tiêu chuẩn quốc gia.

5.3 Các sơ đồ bảo vệ cơ bản: CB / côngtăctơ / rơle nhiệt

Điều khiển và bảo vệ một động cơ có thể được thực hiện nhờ một hai hay ba thiết bị cùng thực hiện các chức năng:

- điều khiển (khởi động/dừng);

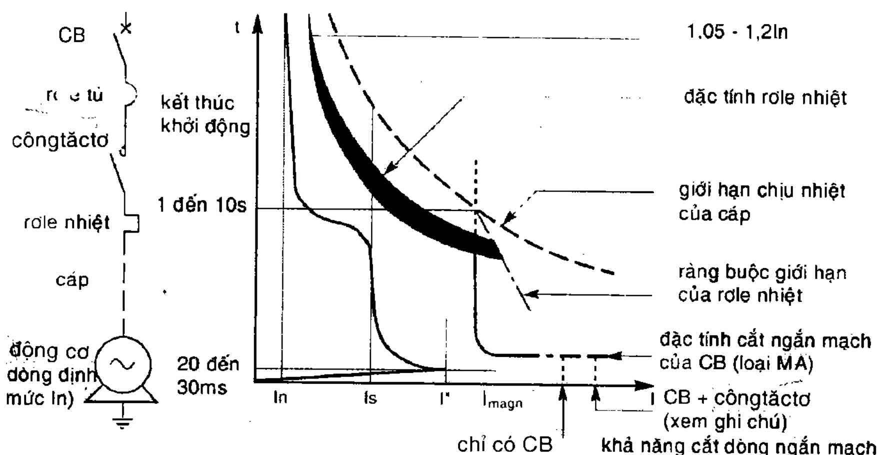
- cách ly cho an toàn của người bảo trì;

- bảo vệ ngắn mạch;

- bảo vệ đặc trưng riêng cho động cơ (nhưng ít nhất là bảo vệ quá tải bằng rơle nhiệt).

Khi các chức năng này được thực hiện nhờ nhiều thiết bị, cần phối hợp chúng với nhau. Trong trường hợp sự cố bất kỳ, các thiết bị liên quan không bị hư hỏng, ngoại trừ những chi tiết mà khi bị hư hại nhỏ là không đáng kể trong một số trường hợp, ví dụ như, tiếp điểm hồ quang trong một số côngtăctơ có thể thay thế được sau một số lần hoạt động, v.v... Cách phối hợp phụ thuộc vào mức độ bảo trì liên tục cần thiết và mức độ an toàn.

Trong số các phương pháp bảo vệ một động cơ, việc phối hợp một CB có bộ tác động kiểu từ tức thời để bảo vệ ngắn mạch và một côngtăctơ với rơle nhiệt quá tải sẽ mang lại nhiều ưu điểm.



Hình J5-3. Đặc tính tác động của CB (loại MA - Merlin-Gerin) và tổ hợp rơle nhiệt/ côngtăctơ.

Ưu điểm

Tổ hợp các thiết bị này tạo điều kiện dễ dàng cho việc lắp đặt, cũng như hoạt động và bảo trì, nhờ vào:

+ giảm chi phí bảo trì: CB giúp tránh phải thay cầu chì bị nổ và lưu kho (các loại);

+ hoạt động liên tục tốt hơn: mạch động cơ có thể cấp điện lại tức thời sau khi sự cố được loại trừ;

+ các thiết bị phụ trợ sau này có thể dễ dàng thêm vào;

+ bảo đảm ngắt được cả 3 pha, do đó tránh được khả năng còn một pha hoạt động;

+ khả năng cắt dòng đầy tải (bằng CB) trong trường hợp sự cố côngtăctơ, ví dụ như dính tiếp điểm;

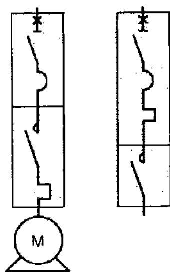
+ khóa liên động;

+ các tín hiệu cảnh báo và chỉ thị khác nhau;

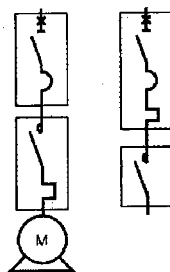
Trong các nghiên cứu, khả năng cắt dòng ngắn mạch (phải được so sánh với dòng ngắn mạch giả định có thể xảy ra) là:

- hoặc của tổ hợp CB + côngtăctơ nếu các thiết bị này nằm gần nhau (ví dụ như trong cùng 1 ngăn kéo hoặc ngăn của MCC – tủ điều khiển động cơ). Một ngắn mạch phía sau tổ hợp sẽ bị giới hạn nhờ các tổng trở của côngtăctơ (xem chú thích trước) và rơle nhiệt. Tổ hợp, do đó, có thể sử dụng trong mạch có dòng ngắn mạch vượt quá khả năng cắt của CB. Đặc điểm này mang lại lợi ích kinh tế;

- hoặc chỉ của CB, cho trường hợp côngtăctơ tách riêng khỏi CB (do đó ngắn mạch có thể xảy ra trên đoạn mạch ở giữa). Cho trường hợp đó, IEC 947-4-1 đòi hỏi định mức của CB phải bằng hoặc lớn hơn dòng ngắn mạch xảy ra tại vị trí đặt nó.



Hình J5-6. CB và côngtăctơ treo cạnh nhau.



Hình J5-7. CB và côngtăctơ treo riêng.

C.J

Chọn lựa rơle từ cắt tức thời cho CB

Ngưỡng tác động của rơle từ không bao giờ nhỏ hơn $12I_n$ để tránh cắt bất ngờ do dòng đỉnh khi khởi động. Đỉnh này có thể từ 8 tới 11 hoặc $12\ I_n$.

5.4 Bảo vệ phòng ngừa hoặc giới hạn

Thiết bị bảo vệ phòng ngừa hoặc giới hạn phát hiện các dấu hiệu sự cố sắp xảy ra để tiến hành thao tác (tự động hoặc do người) nhằm tránh hoặc hạn chế các hậu quả xấu.

Các thiết bị bảo vệ thuộc loại này cho động cơ là:

- cảm biến nhiệt trong động cơ (cuộn dây, vòng bi, ống dẫn khí làm mát, v.v...);

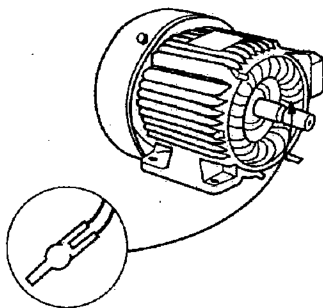
- bảo vệ đa chức năng;

- thiết bị phát hiện hư hỏng cách điện trong động cơ đang chạy hoặc đứng yên.

Cảm biến nhiệt

Cảm biến nhiệt được dùng để phát hiện sự tăng nhiệt bất thường trong động cơ bằng cách đo trực tiếp.

Cảm biến nhiệt thường được gắn chìm trong cuộn stato (cho động cơ hạ áp), tín hiệu được xử lý nhờ một thiết bị điều khiển dẫn đến tác động CB. (hình J5-8).



Hình J5-8. Bảo vệ quá nhiệt bằng cảm biến nhiệt.

- không gây nguy hiểm cho người vận hành;

- các chi tiết ngoại trừ côngtăctơ và rơle phải còn nguyên;

+ loại 2: chỉ có nguy cơ dính hoặc cháy tiếp điểm của côngtăctơ là cho phép mà thôi.

Chọn loại nào?

Việc chọn loại phối hợp tùy thuộc vào các thông số sử dụng và phải thỏa mãn (tùy trường hợp) nhu cầu của người sử dụng và chi phí lắp đặt.

+ loại 1:

- dịch vụ bảo trì có chất lượng;

- khối lượng và chi phí lắp đặt giảm;

- không cần phải bảo đảm tính phục vụ liên tục hoặc nó được thực hiện bằng cách thay ngăn khởi động động cơ.

+ loại 2:

- khi tính liên tục cấp điện là bắt buộc;

- không cần dịch vụ bảo trì;

- phải có các qui định đặc biệt về sự phối hợp loại này.

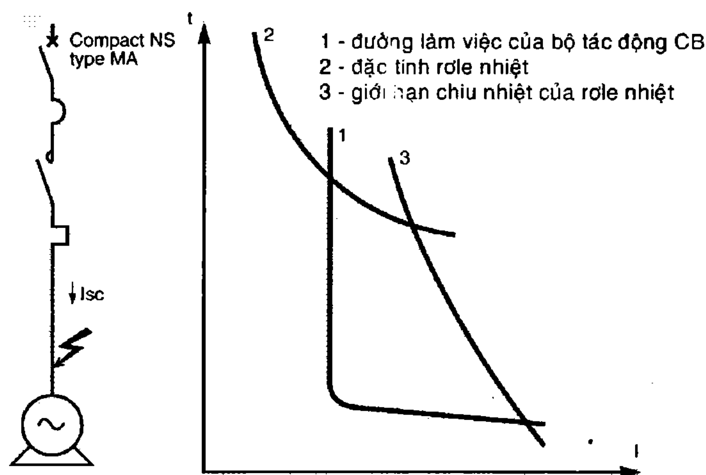
Các điểm chủ yếu để phối hợp thành công CB và dicontactor

Các tiêu chuẩn xác định chính xác tất cả các yếu tố cần tính đến khi thực hiện loại phối hợp thứ hai là:

- tương hợp tuyệt đối giữa rơle nhiệt của côngtăctơ cắt và bộ tác động kiểu từ của CB. Trên hình J5-5 rơle nhiệt được bảo vệ nếu giới hạn chịu nhiệt của nó nằm bên phải đặc tuyến tác động của CB. Trong trường hợp CB điều khiển động cơ có chứa bộ tác động cả từ lẫn nhiệt, sự phối hợp được thực hiện trong khi thiết kế.

- mức cắt định mức dòng ngắn mạch của công tắc tơ phải lớn hơn ngưỡng điều chỉnh được của rơle cắt từ của CB, bởi vì côngtăctơ cần phải có thể cắt dòng có giá trị bằng hoặc hơi nhỏ hơn giá trị chỉnh định của rơle từ (như trên hình J5-5).

- hoạt động đáng tin cậy của côngtăctơ và rơle nhiệt khi có dòng ngắn mạch đi qua, có nghĩa là không có sự hư hỏng quá mức của thiết bị và không có sự dính tiếp điểm côngtăctơ.



Hình J5-5. Giới hạn chịu nhiệt của rơle nhiệt cần nằm bên phải của đặc tính tác động của CB.

Khả năng cắt dòng ngắn mạch của tổ hợp CB + côngtăctơ

Không thể đoán trước khả năng cắt dòng ngắn mạch của tổ hợp CB + côngtăctơ. Các thí nghiệm và các tính toán do các nhà sản xuất tiến hành là cần thiết để xác định loại CB nào đi với côngtăctơ nào và thiết lập khả năng cắt dòng ngắn mạch của tổ hợp. Các bảng do Merlin Gerin phát hành cho ta thông tin này trong catalogue "phân phối hạ áp".

Rơle bảo vệ động cơ đa chức năng

Rơle đa chức năng cùng với một số các môđun cảm biến và chỉ thị cho phép bảo vệ động cơ khi:

- quá tải nhiệt;

- rôto kẹt, hoặc thời gian khởi động quá lâu;

- quá nóng;

- mất cân bằng pha, mất một pha, quay ngược;

- sự cố chạm đất (nhờ RCD);

- chạy không tải, động cơ kẹt khi khởi động;

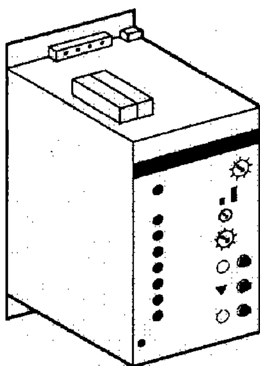
Ưu điểm của rơle này chủ yếu là:

- bảo vệ rộng, thực hiện chức năng kiểm soát tin cậy, chất lượng cao và thường xuyên;

- giám sát hiệu quả tất cả các tiến trình thao tác động cơ;

- chỉ thị báo động và điều khiển:

- khả năng giao tiếp qua đường truyền thông tin.



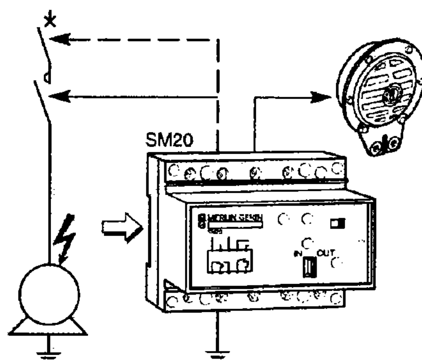
Hình J5-9. Bảo vệ đa chức năng (có rơle dạng LT8 hãng Télémécanique).

Bảo vệ phòng ngừa cho động cơ ở trạng thái dừng

Loại bảo vệ này liên quan đến việc kiểm soát mức điện trở cách điện của động cơ ở trạng thái dừng, nhờ đó tránh được hậu quả xấu của sự cố trong hoạt động, như là:

- đối với động cơ sử dụng trong các tình huống khẩn cấp ví dụ: tránh được sự cố khi khởi động hoặc tạo được sự hoạt động thỏa đáng;

- trong sản xuất: tránh hư hỏng sản phẩm.



Hình J5-10. Bảo vệ phòng ngừa của động cơ ở trạng thái dừng.

Loại bảo vệ này cần cho các động cơ hoạt động trong tình trạng sự cố hoặc khẩn cấp, đặc biệt trong điều kiện ẩm ướt và /hoặc bụi bặm.

Bảo vệ loại này tránh được sự phá hủy động cơ do ngắn mạch chạm đất khi khởi động (một sự cố phổ biến) bằng cách cảnh báo trước rằng cần tiến hành bảo trì để phục hồi động cơ trở lại mức hoạt động vừa ý.

Các ví dụ ứng dụng (hình J5-10)

Các bơm, vòi phun của hệ thống chữa cháy.

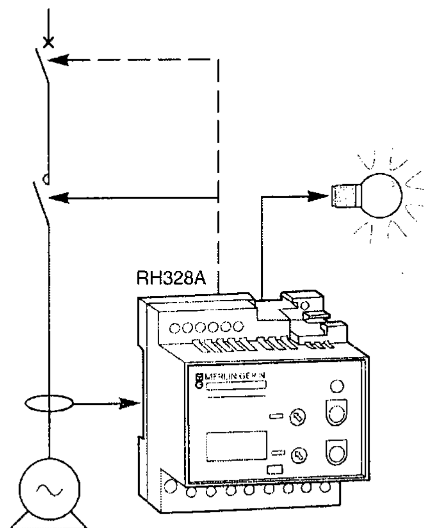
Bơm thủy lợi hoạt động theo vụ mùa, v.v..

Ví dụ: rơle SM20 (Merlin Gerin) kiểm soát cách điện của động cơ và báo bằng âm thanh hoặc hình ảnh về bất kỳ sự suy giảm bất thường nào của mức cách điện. Hơn nữa rơle này có thể ngăn ngừa bất cứ sự khởi động nào của động cơ, nếu cần.

Bảo vệ giới hạn

Các thiết bị bảo vệ so lệch dòng rò (RCD) có thể rất nhạy và phát hiện được các giá trị nhỏ của dòng rò xảy ra khi cách điện với đất của một hệ thống bị thoái hóa (do hư hỏng, ăn mòn, độ ẩm, cao, v.v...). Một số RCD thiết kế đặc biệt cho các ứng dụng đó còn cho phép:

- tránh hư hại động cơ (do thủng hoặc ngắn mạch thép lá của stator) sinh ra bởi sự cố phóng hồ quang xuống đất. Bảo vệ loại này có thể phát hiện các điều kiện sự cố bằng cách tác động với mức dòng rò trong khoảng 300 mA tới 30 A, tùy theo kích cỡ của động cơ (độ nhạy khoảng 5%I_n). Cắt tức thời nhờ RCD sẽ giới hạn mức độ tổn thất tại điểm xảy ra sự cố.



Hình J5-11. Sử dụng rơle RH 328A.

C.J

- giảm nguy hiểm cháy do dòng rò chạm đất (độ nhạy ≤ 500 mA). RCD tiêu biểu cho các chức năng loại này là rơ-le RH328A (Merlin Gerin) với:

- 32 độ nhạy (0,03 tới 250 A);
- khả năng ngắt chọn lọc hoặc tính đến các yêu cầu thao tác đặc biệt, dựa trên 8 khoảng trễ có thể (tức thời cho đến 1s);
- hoạt động tự động nếu mạch từ biến dòng tới rơle bị ngắt;
- chống hoạt động nhầm;
- cách điện các thành phần mạch d.c: loại A.

Tầm quan trọng của việc giới hạn sụt áp tại động cơ khi khởi động

Sụt áp tại đầu vào động cơ khi khởi động không được vượt quá 10%.U_n.

Để động cơ khởi động và tăng tốc tới vận tốc bình thường trong khoảng thời gian thích hợp, mô men của động cơ phải lớn hơn 70% mômen tải. Tuy nhiên dòng khởi động lớn hơn nhiều so với dòng đầy tải của động cơ và có tính cảm cao. Hai yếu tố này rất bất lợi cho việc duy trì điện áp trên động cơ. Nếu điện áp không đủ, mô men động cơ sẽ giảm (mô men động cơ tỷ lệ với U^2) và sẽ kéo dài thời gian khởi động hoặc không khởi động được.

Ví dụ:

- với điện áp động cơ được duy trì ở 400 V, mômen của nó sẽ bằng 2,1 lần mômen tải. Khi áp sụt 10%, mômen khởi động là $2{,}1 \times 0{,}9^2 = 1{,}7$ lần mômen tải và động cơ có thể tăng tốc với vận tốc bình thường.

- đối với sụt áp 15% trong khi khởi động, mômen động cơ sẽ là $2{,}1 \times 0{,}85^2 = 1{,}5$ lần mômen tải, do đó thời gian khởi động động cơ sẽ lớn hơn bình thường. Nói chung trong thời gian khởi động động cơ chỉ cho phép sụt áp 10%.

5.5. Định mức công suất lớn nhất động cơ dùng cho tải hạ áp

Khi khởi động động cơ a.c có thể gây nhiễu đáng kể cho các tải tiêu thụ ở lân cận, do đó phần lớn các công ty điện lực có các qui định chặt chẽ giới hạn các nhiễu ở mức nhất định. Lượng nhiễu tạo ra bởi động cơ tùy thuộc vào "công suất của mạng", có nghĩa là vào mức dòng sự cố ngắn mạch tại điểm có liên quan. Mức dòng sự cố càng cao, hệ thống càng mạnh và nhiễu (chủ yếu là sụt áp) càng thấp. Đối với mạng phân phối trong nhiều nước, các giá trị tiêu biểu cho dòng khởi động cực đại cho phép được chỉ ra trong bảng J5-12.

Bảng J5-12. **Dòng khởi động lớn nhất cho phép của động cơ khởi động trực tiếp (230/400V)**

Dạng của động cơ 1 pha và 3 pha	Vị trí	Dòng khởi động (A)	
		Lưới trên không	Lưới cáp ngầm
1 pha	nhà ở	45	45
	những nơi khác	100	200
3 pha	nhà ở	60	60
	những nơi khác	125	250

Bảng J5-13. **Công suất định mức lớn nhất cho phép cho động cơ hạ áp khởi động trực tiếp**

Dạng của động cơ 1 pha và 3 pha	1 pha 230 V (kW)	3 pha 400 V	
Vị trí		Trực tiếp với tải đầy	Các kiểu khởi động khác
Nhà ở	1,4	5,5	11
Các nơi khác:			
lưới trên không	3	11	22
lưới cáp ngầm	5,5	22	45

Định mức công suất lớn nhất của động cơ cũng được chỉ ra trong bảng J5-13.

C.J

Thậm chí trong những khu vực dưới quyền một công ty điện lực vẫn có những vùng "yếu" và "mạnh" do đó nên thỏa thuận trước với nhà cung cấp điện trước khi mua các động cơ cho dự án mới. Có những phương pháp sắp xếp khởi động khác để giảm dòng khởi động xuống dưới mức cho phép (nhưng đắt hơn): ví dụ như sơ đồ sao - tam giác, động cơ rôto dây quấn, bộ khởi động mềm.

5.6 Bù công suất phản kháng (hiệu chỉnh hệ số cosφ)

Tác động của việc nâng cao hệ số công suất được nêu ra trong bảng B4 chương B mục 3.1 và phương pháp hiệu chỉnh trong chương E mục 7.

6. BẢO VỆ LƯỚI ĐIỆN MỘT CHIỀU

Khác biệt giữa lưới điện xoay chiều và một chiều

Mặc dù nguyên tắc thiết kế cơ bản trong hai trường hợp là như nhau, vẫn có khác biệt ở:

- tính toán dòng ngắn mạch, và

- cách chọn thiết bị bảo vệ, vì trên thực tế cách cắt dòng một chiều khác với cách cắt dòng xoay chiều.

6.1. Dòng ngắn mạch

Pin (ắcqui)

Để tính dòng ngắn mạch lớn nhất từ ăcquy khi không biết điện trở trong, công thức gần đúng được sử dụng là:

$$I_{SC} = kC$$

với: C - dung lượng ampere giờ của ăcquy; k - hệ số xấp xỉ 10 (và trong mọi trường hợp luôn luôn nhỏ hơn 20).

Khi có ngắn mạch ở đầu ra, theo định luật Ohm, trên ăcquy có dòng $I_{sc} = V_b/R_i$.

Trong đó V_b - điện áp hở mạch của ăc quy đã sạc đầy; R_i - điện trở trong của ăcquy (thông thường giá trị này lấy từ nhà sản xuất như là hàm số của dung lượng amper-giờ = Ah).

Nếu không biết R_i có thể dùng công thức gần đúng $I_{sc} = kC$, trong đó C - dung lượng của ắcqui (Ah); k - hệ số xấp xỉ là 10 (trong mọi trường hợp không đến 20).

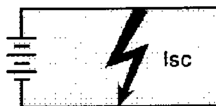
Ví dụ

Tính dòng ngắn mạch tại đầu ăcquy với đặc tính sau:

- dung lượng 500 Ah;
- điện áp hở mạch của ăcquy đã sạc đầy 240 V (110 ngăn với 2,2 V/ngăn);
- dòng phóng điện định mức 300 A;
- tự hành 1/2 h;
- điện trở trong 0,5 mΩ/ngăn.

Vậy ăcquy có $R_i = 110 \times 0{,}5 = 55$ mΩ và $I_{sc} = \dfrac{240 \times 10^3}{55} = 4{,}4$ kA.

Dòng ngắn mạch này tương đối thấp.



Hình J6-1. Ăcquy.

C.J

Máy phát một chiều

Nếu V_g là điện áp không tải của máy phát và R_i là điện trở thì $I_{sc} = V_g/R_i$.

Trong trường hợp thiếu dữ liệu chính xác và đối với mạch một chiều có điện áp U_n thì có thể lấy $V_g = 1,1U_n$.

Ví dụ

Máy phát một chiều 200 kW, 230 V có điện trở trong 0,032 Ω sẽ cho dòng ngắn mạch ở đầu cực là 7,9 kA = $\frac{230x1,1}{0,032}$.

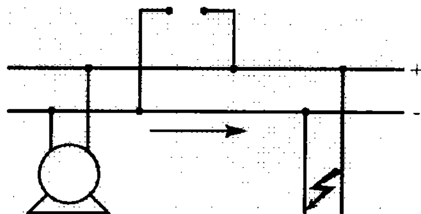


Hình J6-2. Máy phát một chiều.

I_{SC} tại một điểm bất kỳ của hệ thống

Trong trường hợp này $I_{sc} = V/(R_i + R_l)$, V là V_b hay V_g đã nói ở trên, R_l là tổng trở dây dẫn trong mạch vòng sự cố.

Nếu trong hệ thống có động cơ thì ở thời điểm đầu mỗi động cơ sẽ bổ sung thêm dòng khoảng $6I_n$ (nghĩa là 6 lần dòng đầy tải định mức của động cơ). Vậy thì $I_{sc} = V/(R_i + R_l) + 6(I_n \text{ mot})$, trong đó I_n mot là tổng dòng đầy tải của mọi động cơ tại thời điểm ngắn mạch.



Hình J6-3. Ngắn mạch tại một điểm bất kỳ của hệ thống điện.

Thiết bị cắt mạch rất nhạy với mức điện áp một chiều ở đầu cực lúc cắt ngắn mạch. Bảng J6-4 chỉ cách xác định điện áp này tùy theo điện áp nguồn và cách nối đất nguồn.

Lưu ý: Từ đây trở đi từ "cực" có hai nghĩa:

1. Chỉ nguồn một chiều, ví dụ cực dương hay âm của ăcquy hay máy phát.
2. Chỉ cầu dao hay máy cắt, ví dụ cực của CB tạo hay cắt dòng trong dây dẫn. Một cực của CB có thể do nhiều môđun hợp lại, mỗi môđun có một tiếp điểm. Cực cũng có thể có một môđun hay (đặc biệt là trong mạch một chiều) nhiều môđun nối tiếp nhau.

Điện áp đặt trên tiếp điểm đang mở được làm giảm bằng cách nối tiếp nhiều tiếp điểm cho một cực như đề cập đến trong bảng J6-4.

Bảng J6-4. Đặc điểm cơ cấu đóng cắt bảo vệ tùy theo kiểu nối đất cho mạch một chiều.

Loại mạng	Cách nối đất		Hệ không nối đất
	Một cực nối đất tại nguồn	Nguồn có điểm giữa nối đất	Nguồn không nối đất
Sơ đồ nối đất và các điều kiện sự cố	Trường hợp 1	Trường hợp 2	Trường hợp 3

Tiếp bảng J6-4

Phân tích sự cố Sự cố A	Cực (a) phải cắt I_{sc} lớn nhất, ở U(V)	Cực (a) ngắt I_{sc} lớn nhất (*) với U/2 (V)	Không bị ngắn mạch trong trường hợp này
Sự cố B	Cực (a) và (b) phải cắt I_{sc} lớn nhất ở giá trị U(V)	Cực (a) và (b) phải cắt I_{sc} lớn nhất ở U(V)	Cực (a) và (b) phải cắt I_{sc} lớn nhất ở U (V)
Sự cố C	Không bị ngắn mạch trong trường hợp này	Như A nhưng cho (b) (*) (*) (U/2 chia $R_i/2 = I_{sc\ max}$)	Giống như A
Trường hợp xấu nhất	Giống như A	A = B = C (xem lưu ý ở dưới bảng)	B (hay A và C cùng lúc)
Trường hợp cho CB	Mọi tiếp điểm tham gia cắt dòng đều được mắc nối tiếp ở dây (+) (hoặc dây (-) nếu cực dương nguồn được nối đất). Tạo cực phụ cho dây nối đất để cách ly mạch (hình J6-6)	Tạo cho mỗi dây ở cực máy cắt một số tiếp điểm cần thiết để cắt I_{sc} (max) ở U/2	Tạo một số tiếp điểm cần thiết để cắt dòng được cho ở cực CB cho mỗi dây

Lưu ý: Mỗi cực chịu sự cố A, B hay C như nhau vì trong mỗi trường hợp cực CB phải cắt được I_{sc} (max) với điện áp U/2.đặt trên cực CB.

6.3 Chọn thiết bị bảo vệ

Thiết bị bảo vệ ngắn mạch cho mỗi kiểu hư hỏng cách điện phải được chọn thích ứng theo mức điện áp ghi ở bảng J6-4.

Lựa chọn thiết bị bảo vệ lệ thuộc vào:

- điện áp đặt trên phần tử cắt điện. Nếu đó là CB, điện áp này quyết định số tiếp điểm cắt cần được mắc nối tiếp ở mỗi cực của CB để đạt mức như bảng J6-4;

- xác định dòng định mức yêu cầu;

- mức dòng ngắn mạch trong hệ thống điện tại các điểm đặt bảo vệ;

- hằng số thời gian của dòng sự cố (L/R, ms) tại nơi đặt CB.

Bảng J6-5 cho thấy các đặc tính (dòng định mức, khả năng cắt dòng sự cố và số tiếp điểm nối tiếp ở mỗi cực ứng với điện áp yêu cầu) cho CB của Merlin Gerin.

Bảng J6-5. Chọn CB cắt dòng một chiều của Merlin Gerin

Loại	Dòng định mức (A)	Khả năng cắt dòng sự cố kA cho L/R ≤ 0,015 s (số tiếp điểm nối tiếp cho một cực ghi trong ngoặc)						Bảo vệ quá tải nhiệt	Hệ số để tính toán bộ tác động tức thời kiểu từ (*)
		24/48V	125V	250V	500V	750V	1000V		
C32HDC	1 đến 40	20 (1p)	10 (1p) 20 (2p)	10 (2p)				DC đặc biệt	DC đặc biệt
C60a	10 đến 40	10 (1p)	10 (2p) 20 (3p)	25 (4p)				tương tự AC	1,38
C60N	6 đến 63	15 (1p)	20 (2p) 30 (3p)	40 (4p)				tương tự AC	1,38
C60H	1 đến 63	20 (1p)	25 (2p) 40 (3p)	50 (4p)				tương tự AC	1,38
C60L	1 đến 63	25 (1p)	30 (2p) 50 (3p)	60 (4p)				tương tự AC	1,38
NC100H	50 đến 100	20 (1p)	30 (2p) 40 (3p)	20 (4p)				tương tự AC	1,42
NC100LH	10 đến 63	50 (1p)	50 (1p)	50 (1p)	50 (3p)			tương tự AC	1,42
NS100N	16 đến 100	50 (1p)	50 (1p)	50 (1p)	50 (2p)			tương tự AC	1,42
NC100H	16 đến 100	85 (1p)	85 (1p)	85 (1p)	85 (2p)			tương tự AC	1,42
NS100L	16 đến 100	100 (1p)	100 (1p)	100 (1p)	100 (2p)			tương tự AC	
NS160N	40 đến 160	50(1p)	50 (1p)	50 (1p)	50 (2p)			tương tự AC	
NS160H	40 đến 160	85 (1p)	85 (1p)	85 (1p)	85 (2p)			tương tự AC	
NS160L	40 đến 160	100 (1p)	100 (1p)	100 (1p)	100 (2p)			tương tự AC	

Tiếp bảng J6-5

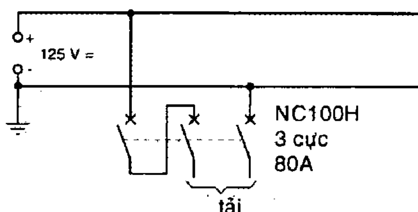
NS250N	40 đến 250	50 (1p)	50 (1p)	50 (1p)	50 (2p)			tương tự AC	
NS250H	40 đến 250	85 (1p)	·85 (1p)	85 (1p)	85 (2p)			tương tự AC	
NS250L	40 đến 250	100 (1p)	100 (1p)	100 (1p)	100 (2p)			tương tự AC	
NS400H	MP1/MP2-400	85 (1p)	85 (1p)	85 (1p)	85 (2p)			không rơle nhiệt; cần rơle bên ngoài (nếu yêu cầu)	cơ cấu cắt MP1 /MP2/ MP3 đặc biệt cho dòng một chiều
NS630H	MP1/MP2/ MP3-630	85 (1p)	85 (1p)	85 (1p)	85 (2p)				
C1251N-DC	P21/P41-1250	50 (1p)	50 (1p)	50 (1p)	50 (3p)	25 (3p)			
M10-DC	1000	100 (3p)	100 (3p)	100 (3p)	100 (3p)	50 (4p)	50 (4p)		
M20-DC	2000	100 (3p)	100 (3p)	100 (3p)	100 (3p)	50 (4p)	50 (4p)		
M40-DC	4000	100 (3p)	100 (3p)	100 (3p)	100 (3p)	50 (4p)	50 (4p)		
M60-DC	6000	100 (4p)	100 (4p)	100 (4p)					
M80-D	8000	100 (4p)	100 (4p)	100 (4p)					

* Các bộ tác động có thể dùng cho CB một chiều hay xoay chiều, nhưng mức tác động ghi trên mỗi bộ tác động tương ứng với giá trị hiệu dụng dòng xoay chiều. Khi dùng với CB một chiều cần thay đổi cài đặt theo hệ số ở bảng J6-5. Ví dụ, nếu yêu cầu CB một chiều cắt ở 800A hoặc hơn nữa, hệ số trong bảng J6-5 là 1,42, vậy cần chỉnh theo trị số 800 x 1,42 = 1136 A.

6.4 Ví dụ

Ví dụ 1

Chọn thiết bị bảo vệ cho mạch ra một chiều 80 A, 125 V, có cực âm nối đất. I_{sc} = 15 kA.



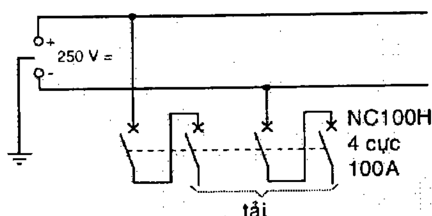
Hình J6-6. Ví dụ.

Bảng J6-4 cho thấy toàn bộ điện áp sẽ đặt trên tiếp điểm của cực dương. Bảng J6-5 cho thấy chọn CB NC100H (30kA, 2 tiếp điểm /cực, 125V) là hợp lý. Trên thực tế thường chọn một tiếp điểm cho dây âm trên mạch ra với mục đích tạo cách ly, (ví dụ cho công tác bảo trì mạch tải), như trên hình J6-6.

Lưu ý: 3 tiếp điểm mắc nối tiếp và mở cùng lúc sẽ cắt sẽ tăng tốc độ cắt 3 lần. Kỹ thuật này rất hay dùng để cắt dòng một chiều.

Ví dụ 2

Chọn thiết bị bảo vệ cho mạch ra một chiều 100A, điện áp nguồn 250V, nối đất ở điểm giữa. I_{sc} = 15kA.



Hình J6-7. Ví dụ.

Bảng J6-4 cho thấy mỗi cực sẽ chịu điện áp phục hồi U/2, nghĩa là 125V cho mọi dạng ngắn mạch. Bảng J6-5 cho thấy chọn CB NC100H (30kA, 2 tiếp điểm /cực, 125V) dùng được cho trường hợp A và C, nghĩa là 2 tiếp điểm ở cực dương và 2 tiếp điểm ở cực âm CB. Có thể thấy ở cột 250V rằng 4 tiếp điểm sẽ cắt dòng 20kA ở điện áp đã cho (trường hợp B của bảng J6-4).

6.5 Bảo vệ người

Quy tắc bảo vệ cũng giống ở mạch điện xoay chiều. Tuy nhiên, giới hạn điện áp và thời gian cắt tự động để bảo đảm an toàn cho người thì khác (Xem bảng G8 và G9 ở chương G, mục 3.1):

+ mọi vỏ thiết bị đều được nối với nhau và nối đất;

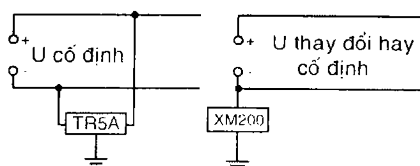
+ cắt tự động trong thời gian cho trước.

RCD thường không dùng được cho mạch một chiều nên:

+ nguyên tắc sơ đồ TN được dùng cho trường hợp 1 và 2 của mục 6.2. Sau đó khi bị ngắn mạch chỉ cần kiểm tra biên độ dòng có đủ để lập tức ngắt rơle từ không. Cách kiểm tra cũng giống như cách của mạch xoay chiều.

+ nguyên tắc sơ đồ IT cho trường hợp 3 trong mục 6.2:

- mức cách điện của lưới cần được theo dõi thường xuyên và mọi sự cố phải được thông báo và báo động ngay lập tức: có thể đạt được bằng cách đặt rơle kiểm soát như trong chương G, mục 3.4;
- hai sự cố chạm đất cùng hiện diện (trên mỗi cực) gây nên ngắn mạch sẽ được loại trừ bằng bảo vệ quá dòng. Giống như lưới xoay chiều, chỉ cần kiểm tra xem biên độ dòng có đủ để cho bộ tác động kiểu từ (hoặc trễ một chút) hoạt động không.



Hình J6-8. Kiểm tra cách điện (so với đất) cho lưới một chiều theo sơ đồ IT).

CHƯƠNG L

LẮP ĐẶT ĐIỆN DÂN DỤNG VÀ CÁC VỊ TRÍ ĐẶC BIỆT

1. LẮP ĐẶT ĐIỆN DÂN DỤNG

1.1 Khái quát

Các tiêu chuẩn

Hầu hết các quốc gia đều có tiêu chuẩn, quy phạm chặt chẽ trong thiết kế và thi công lắp đặt điện dân dụng. Tiêu chuẩn được đề cập là IEC364.

Lưới điện

Điểm trung tính phía hạ thế của biến áp phân phối trung/hạ thường được cơ quan điện lực cho nối đất.

Các lưới hạ thế cần được bảo vệ nhờ các RCD (cho sơ đồ TT hoặc IT) hoặc nhờ các thiết bị bảo vệ ngắn mạch cho sơ đồ TN.

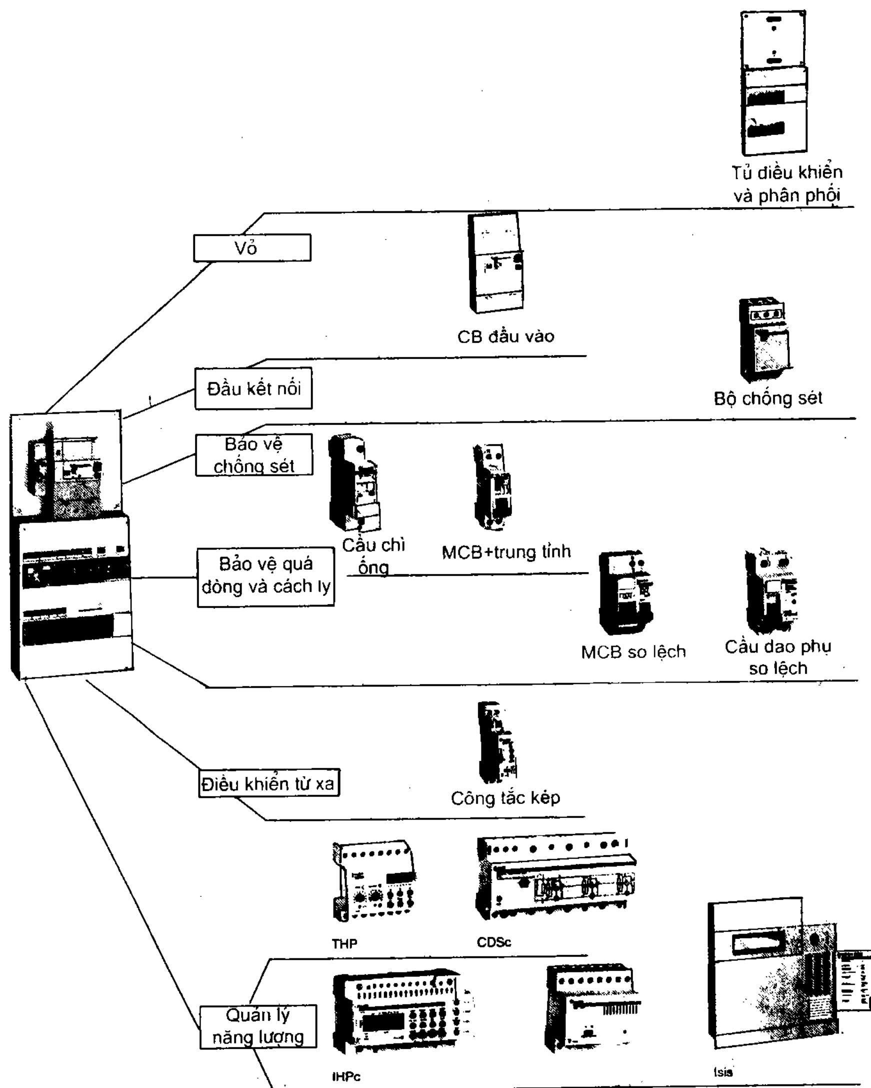
Các phần vỏ kim loại cần được kết lưới nối đất hoặc trực tiếp qua điện cực tại tòa nhà (sơ đồ TT hoặc IT) hoặc qua dây trung tính (sơ đồ TN).

Hầu hết lưới hạ thế đều có điểm trung tính phía cuộn hạ của biến áp phân phối nối trực tiếp xuống đất.

Bảo vệ chống chạm điện phụ thuộc vào các nguyên lý ở chương F, mục 4 và chương G. Cần thiết đặt RCD (cho sơ đồ TT hoặc IT) hoặc thiết bị bảo vệ cắt nhanh (MCB hoặc cầu chì) (cho sơ đồ TN). Dù vậy, trong các trường hợp đặc biệt (cho mạch nuôi ổ điện) nên đặt RCD cho cả sơ đồ TN như là biện pháp tin cậy chống điện giật khi dây dài, di động và có tiết diện nhỏ đi từ ổ cắm (xem chương L mục 3).

1.2 Các thành phần của tủ phân phối

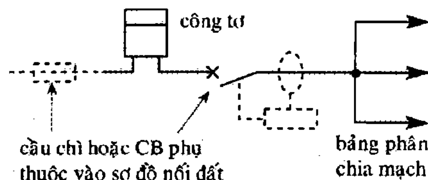
Chất lượng của thiết bị điện dùng trong các tòa nhà dân cư thường được bảo đảm bằng dấu phù hợp tiêu chuẩn dán trên mặt trước thiết bị.



Hình L1-1. Các chức năng của tủ phân phối và điều khiển.

C.L

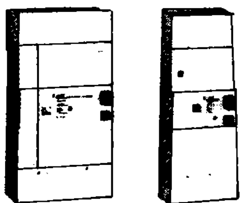
Tủ phân phối (thường có 1 tủ cho lưới dân dụng) thường bao gồm công tơ và trong một vài trường hợp (khi mà ngành điện dùng sơ đồ TT và (hoặc) khi dùng điều kiện giá để giới hạn tiêu thụ điện vào giờ cao điểm) sẽ dùng CB so lệch đầu vào có mạch bảo vệ quá dòng. Khách hàng có thể tiếp cận được CB này. Nếu lưới có sơ đồ TN, ngành điện thường dùng cầu chì kín phía đầu vào của công tơ (xem hình L1-2). Khách hàng không thể tiếp cận cầu chì này.



Hình L1-2. Các thành phần của tủ điều khiển và phân phối.

CB đầu vào

Khách hàng được phép thao tác CB này nếu cần (đóng lại sau khi cắt, nếu mức tiêu thụ vượt quá giới hạn; cắt trong trường hợp cần thiết...). Bộ tác động so lệch có dòng ngưỡng 500mA bảo vệ chống chạm điện gián tiếp (và bảo vệ chống hỏa hoạn) cho toàn lưới.



Hình L1-3. CB đầu vào.

Dòng định mức của những CB thường là:

15 – 90 A, 2 cực

10 – 60 A, 4 cực

Tủ điều khiển và phân phối

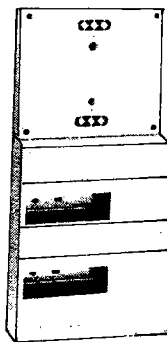
Tủ này gồm:

- bảng điều khiển (treo tường) gắn CB đầu vào và các thiết bị điều khiển khác;

- bảng phân phối 1, 2, 3 hàng (hoặc 24 x 9 cái) dạng MCB hoặc cầu chì;

- các phụ kiện để kẹp dây, để treo MCB, cầu chì v.v..., thanh góp trung tính và thanh nối đất.v.v...;

- các ống cáp hoặc ống dây dẫn được treo hoặc gắn trong tường.



Hình L1-4. Tủ điều khiển và phân phối.

C.L

Lưu ý: Cần lưu trữ các họa đồ, bản vẽ, đặc tính v.v... tại vị trí thích hợp gần tủ phân phối để tiện cho lúc cải tạo lưới.

Tủ cần đặt ở độ cao với tới được (1 đến 1,8m cách sàn). Độ cao 1,3m dành cho người tàn tật, người lớn tuổi.

Chống sét

Khi mức dông sét vượt quá 25 và được cấp điện bằng dây trên không, việc lắp bộ chống sét là cần thiết, nhất là lưới cung cấp cho các thiết bị điện tử. Các bộ chống sét cần tự động ngắt khỏi nguồn khi bị hư hỏng hoặc được bảo vệ bằng RCD có độ nhạy riêng, tùy thuộc vào điện trở nối đất của lưới. Trong trường hợp lưới dân dụng, CB đầu vào so lệch 500 mA là đủ để bảo vệ dòng rò, trong khi đó sẽ không tác động mỗi khi bộ chống sét phóng dòng xuống đất (khi quá áp).

Điện trở nối đất (của sơ đồ TT)

Nếu điện trở nối đất trong sơ đồ TT vượt quá 100 Ω, cần sử dụng một hoặc nhiều RCD 30 mA để đảm nhận vai trò của thiết bị so lệch trong CB đầu vào.

Khi điện trở nối đất vượt quá trị số:

$$R_T = \frac{50\ V}{500\ mA} = 100\ mA$$

cần sử dụng vài RCD có độ nhạy riêng, nghĩa là khoảng 30 mA thay cho thiết bị so lệch của CB đầu vào.

1.3 Bảo vệ an toàn

Khi lưới công cộng và lưới khách hàng có dạng sơ đồ TT, các tiêu chuẩn của quốc gia bắt buộc dùng RCD để bảo vệ an toàn cho người.

Đối với sơ đồ TT, bảo vệ an toàn được đảm bảo nhờ các biện pháp sau:

+ bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp nhờ các RCD có độ nhạy trung bình (300 hoặc 500 mA) ở đầu vào của lưới (nối với CB đầu vào hoặc mạch chính vào tủ phân phối). Điều này liên quan tới cực nối đất của khách hàng. Các dây bảo vệ PE của các thiết bị có mức cách điện loại I và các dây nối đất của ổ điện sẽ được nối tới cực này;

+ khi CB tại đầu vào của lưới không được trang bị RCD (hình L1-7), mức cách điện của các mạch nằm phía trước của RCD đầu tiên phải ở mức II. Khi tủ phân phối làm bằng kim loại, các phần dẫn điện (các dây nóng) phải có mức cách điện gấp đôi và hệ thống dây phải là cố định;

+ cần thiết phải đặt các RCD (30mA) trên các mạch vào của ổ điện, dây cấp điện cho nhà tắm, phòng giặt v.v... (xem mục 3 của chương này).

CB đầu vào với rơle so lệch tức thời

Trong trường hợp này:

- một hư hỏng cách điện chạm đất có thể dẫn tới cắt toàn bộ lưới;

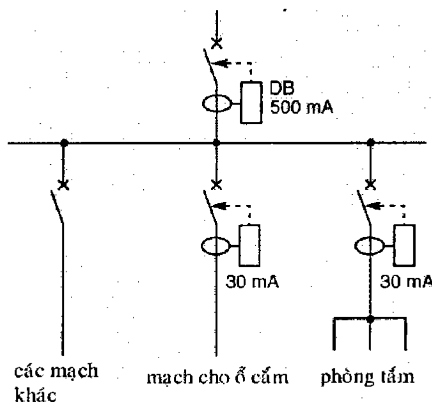
- nếu có đặt chống sét, tác động của nó (phóng xung áp xuống đất) sẽ được coi như sự cố chạm đất đối với RCD, và có thể cắt lưới.

Giới thiệu các thiết bị của Merlin – Gerin:

- CB đầu vào với bộ phận so lệch 500 mA, và

- RCD dạng DDR-HS 30mA (cho CB so lệch 1 P + N dạng Déclic Vigi) trên mạch cấp cho ổ điện;

- RCD dạng DDR-HS 30mA (cầu dao phụ tải so lệch dạng ID clic) cho mạch tới phòng tắm, phòng giặt v.v.(chiếu sáng, sưởi, ổ cắm).

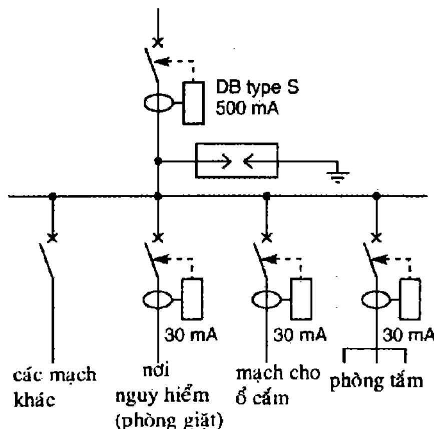


Hình L1-5. Lưới với CB đầu vào lộ tổng có bảo vệ so lệch tức thời.

C.L

CB đầu vào dạng S với rơle so lệch kiểu trễ

Dạng CB này dùng để bảo vệ chống hư hỏng cách điện có một khoảng thời gian trễ ngắn, sẽ phối hợp với RCD tác động tức thời nằm ở phía sau. Tác động của CB đầu vào sẽ xảy ra ít hơn trong trường hợp dông sét hoặc quá điện áp. Việc phóng dòng do quá áp xuống đất qua bộ chống sét sẽ đảm bảo cho CB dạng S không bị tác động.



Hình L1-6. CB đầu vào có bảo vệ so lệch tạo trễ ngắn, dạng S.

Giới thiệu các dạng thiết bị của Merlin Gerin

- CB đầu vào với mạch so lệch 500mA, dạng S, và

- RCD dạng DDR–HS 30mA (ví dụ CB so lệch 1P+N dạng Déclic Vigi) cho mạch tới ổ điện;

- RCD dạng DDR–HS 30mA (ví dụ cầu dao phụ tải dạng so lệch, dạng ID' clic) cho mạch tới phòng tắm, cho chiếu sáng, sưởi, ổ cắm);

- RCD dạng DDR–HS 30mA (ví dụ CB so lệch 1P + N dạng Déclic Vigi) cho mạch cung cấp điện cho máy giặt hoặc máy rửa chén bát.

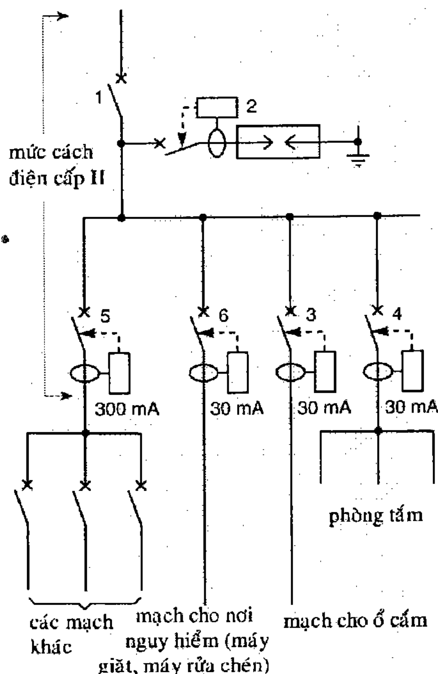
CB đầu vào không có bảo vệ so lệch

Trong trường hợp này, bảo vệ an toàn được thực hiện nhờ:

- mức cách điện loại 2 cho đến đầu ra của RCD;

- tất cả các lộ ra của tủ phân phối cần có RCD 30mA hoặc 300mA tùy thuộc theo dạng mạch (đã trình bày ở chương G, mục 4);

- khi bộ bảo vệ quá áp đặt phía trước tủ phân phối (bảo vệ các thiết bị điện tử nhạy như máy tính, video–cassette, tivi v.v.) cần thiết phải cắt nó ra khỏi lưới khi bị hư hỏng. Một vài bộ dùng cầu chì có thể thay thế được; hình L1-7 giới thiệu phương pháp dùng RCD.



Hình L1-7. Lưới có CB đầu vào không có bảo vệ so lệch.

C.L

Hình L1-7 biểu diễn:

1. CB lộ đầu vào không có bảo vệ so lệch.

2. Thiết bị tự động cắt (nếu có đặt bộ chống sét).

3. RCD dạng DDR - HS 30 mA (ví dụ, CB so lệch 1P + N dạng Déclic Vigi) cho mỗi mạch ra tới ổ cắm.

4. RCD dạng DDR - HS 30 mA (cầu dao phụ tải so lệch dạng ID' clic) cho mạch tới phòng tắm (chiếu sáng, sưởi và ổ cắm) hoặc loại CB so lệch 30 mA cho mỗi mạch điện.

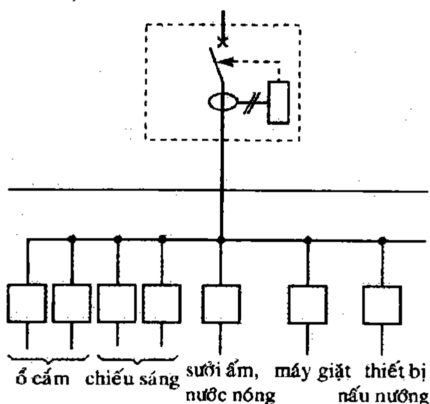
5. RCD dạng DDR - HS 300 mA (ví dụ cho cầu dao phụ tải so lệch) cho các mạch khác.

1.4. Các mạch điện

> *Phân phối và phân lộ mạch điện sẽ tạo sự thuận tiện và điều kiện dễ dàng choviệc nhanh chóng định vị sự cố.*

Phân lộ

Các tiêu chuẩn quốc gia thường phân nhánh mạch theo số các loại sử dụng (xem hình L1-8):



Hình L1-8. Phân lộ theo sử dụng.

- ít nhất 1 lộ cho chiếu sáng. Mỗi lộ cung cấp điện cho nhiều nhất 8 điểm chiếu sáng;

- ít nhất 1 lộ cho ổ cắm cỡ 10 /16A. Mỗi lộ cung cấp điện cho khoảng 8 ổ. Các ổ có thể đơn hoặc đôi (1 đôi bao gồm 2 ổ cỡ 10/16A mắc trên cùng 1 tấm hoặc hộp, tương tự như cho ổ đơn);

- 1 lộ cho từng thiết bị như máy đun nước nóng, máy giặt, rửa chén bát, bếp điện, tủ lạnh v.v...

Số các ổ cỡ 10 /16A và điểm chiếu sáng được nêu như trên thích ứng với bảng L1-9.

Bảng L1-9. Số tối thiểu các điểm chiếu sáng và ổ cắm

Loại phòng	Số tối thiểu các điểm chiếu sáng cố định	Số tối thiểu các ổ cỡ 10/16A
Phòng khách	1	5
Phòng ngủ, làm việc, phòng ăn	1	3
Bếp	2	4 (1)
Phòng tắm	2	1 hoặc 2
WC, kho	1	-
Phòng ủi, giặt	-	1
Hành lang	1	1

(1) có thể dùng hai ổ cho bề mặt làm việc, một ổ cho mạch chuyên dùng: bổ sung một ổ cắm độc lập 16 /20A cho bếp điện, hoặc ổ nối hoặc ổ 32A cho mạch chuyên dùng.

C.L

Dây bảo vệ

IEC và các tiêu chuẩn quốc gia đòi hỏi mỗi mạch điện đều có dây bảo vệ.

IEC và các tiêu chuẩn quốc gia đòi hỏi mỗi mạch đều có dây bảo vệ. Điều này là cần thiết cho các cách điện loại I (thường rất phổ biến). Dây bảo vệ cần nối với chấu tiếp xúc đất của mỗi ổ cắm, nối đầu nối

đất của thiết bị cách điện loại I với đầu nối đất chung tại điểm đầu của lưới. Ngoài ra, các ổ cắm 10/16A cần được trang bị nắp đậy.

Tiết diện dây

Tiết diện dây và dòng định mức của thiết bị bảo vệ phụ thuộc vào dòng điện, nhiệt độ môi trường và ảnh hưởng của mạch lân cận (xem phần H1).

Hơn thế nữa, dây pha, dây trung tính và dây bảo vệ cần có cùng tiết diện (giả sử cùng có chung vật liệu).



Hình L1-10. CB 1 pha + N Déclic 32.

Bảng L1-11 chỉ ra các tiết diện yêu cầu cho thiết bị thông dụng.

Thiết bị bảo vệ 1 pha + N trong không gian 2 x 9 mm thỏa mãn các yêu cầu về cách ly và ghi kèm dòng định mức và kích cỡ dây.

1.5. Bảo vệ quá điện áp và chống sét

Lựa chọn thiết bị bảo vệ

Nhiễu

Có 3 dạng nhiễu có thể xảy ra trên mạng:

- hiện tượng sét và quá điện áp khí quyển với hậu quả gián tiếp và trực tiếp. Hậu quả trực tiếp (ít khi xảy ra) liên quan tới ảnh hưởng của chúng lên đường dây trên không truyền tải và phân phối.

Hậu quả gián tiếp thường hay xảy ra và liên quan tới mức năng lượng thấp hơn. Các hiện tượng này được đặc trưng bởi cảm ứng trên dây hoặc làm nâng thế đất "lân cận":

- quá áp nội bộ do đóng cắt trong lưới;

- quá áp ở tần số bình thường có thể xảy ra, ví dụ khi nối trung tính bị đứt trên hệ thống 3 pha hoặc tải ba pha không cân bằng.

Dạng lưới

Cần thiết phải nghiên cứu kỹ lưới cần được bảo vệ để lựa chọn dạng hợp lý. Việc chọn lựa thiết bị bảo vệ phụ thuộc vào hai nhân tố:

- độ nhạy: khả năng chịu quá áp của thiết bị (biên độ và thời gian kéo dài);

- giá thành: giá mua và chi phí vận hành.

Bảng L1-11. Tiết diện dây và dòng định mức của các thiết bị bảo vệ cho lưới dân dụng (con số trong ngoặc là cho dây nhôm)

Dạng mạch 1pha, 230V 1 pha + N hoặc 1 pha + N +E	Tiết diện dây	Công suất max	Thiết bị bảo vệ
Chiếu sáng cố định	$1,5mm^2$ $(2,5mm^2)$	2300W	CB 25A Cầu chì 20A
Ổ cắm 10/16A	$2,5mm^2$ $(4mm^2)$	4600W	CB 16A Cầu chì 10A
Mạch tải riêng biệt			
Bình nước nóng	$2,5mm^2$ $(4mm^2)$	4600W	CB 25A Cầu chì 20A
Máy rửa chén bát	$2,5mm^2$ $(4mm^2)$	4600W	CB 25A Cầu chì 20A
Máy giặt	$2,5mm^2$ $(4mm^2)$	4600W	CB 25A Cầu chì 20A
Bếp điện (lò hấp)	$6mm^2$ $(10mm^2)$	7300W	CB 40A Cầu chì 32A
Lò sưởi	$1,5mm^2$ $(2,5mm^2)$	2300W	CB 16A Cầu chì 10A

Lưu ý: đối với lưới 230 /400V mạch 3 pha, tiết diện $4mm^2$ (Cu) và $6mm^2$ (Al), các bảo vệ là các CB 32A hoặc cầu chì 25A.

Lựa chọn chống sét

Lựa chọn chống sét phụ thuộc vào:

- mức nhiễu;

- chi phí;

- cách mắc vào lưới hạ áp, vào hệ thống điện thoại, hệ thống điều khiển tòa nhà v.v..;

- dạng của sơ đồ nối đất (xem chương F).

Các quy định lắp đặt

Ba quy tắc cần được tuân thủ:

1. Khi lắp đặt bộ chống sét các độ dài dây cáp sau đây không được nhỏ hơn 50cm:

- từ các dây nóng nối tới dao cách ly;

- từ dao cách ly đến bộ chống sét;

- từ bộ chống sét tới bản cực nối đất của tủ phân phối chính (MDB) (không được lẫn lộn với dây nối đất chính hoặc đầu nối đất chính của lưới).

Bản nối đất của MDB cần được đặt trong cùng ngăn vơi bộ chống sét.

2. Nhất thiết phải dùng bộ dao cách ly được nhà chế tạo bộ chống sét giới thiệu.

3. Để đảm bảo cung cấp điện, CB cần có dạng trễ hoặc cắt chọn lọc.

2. NHÀ TẮM VÀ VÒI SEN

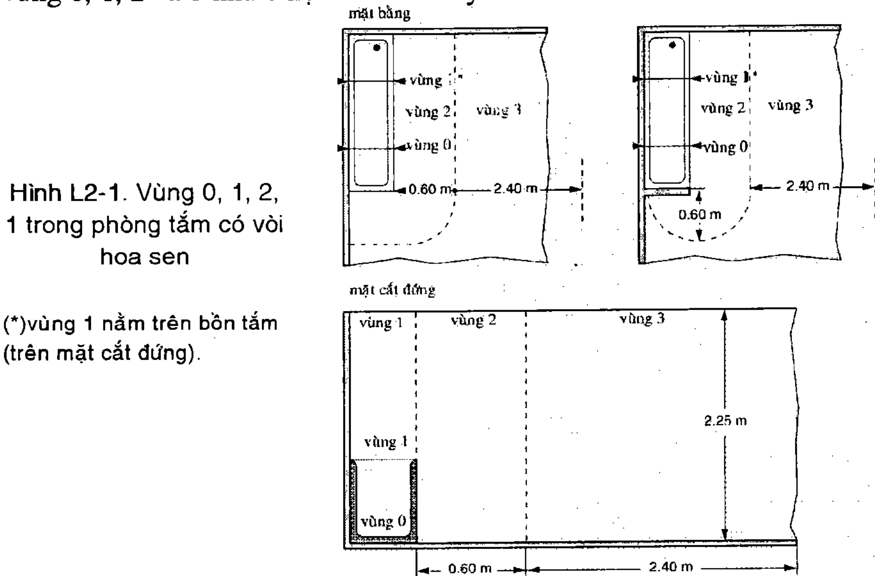
Nhà tắm là những nơi có mức nguy hiểm cao do có điện trở người thấp khi bị ướt.

Do đó cần phải tuân thủ các nguyên tắc chặt chẽ theo tiêu chuẩn IEC364-7-701, 449 và 669-1. Cần lưu ý 3 vấn đề sau:

- cần xác dịnh vùng (đánh số 0, 1, 2 và 3) nơi có sự hạn chế chặt chẽ hoặc cấm việc lắp đặt thiết bị điện, và nếu cho phép thì cần có các yêu cầu bảo vệ cơ và điện;
- lắp đặt lưới san áp giữa vỏ kim loại thiết bị và vật dẫn tự nhiên ở trong những vùng này;
- tuân thủ các yêu cầu cho mỗi vùng riêng biệt (cho trong mục L3).

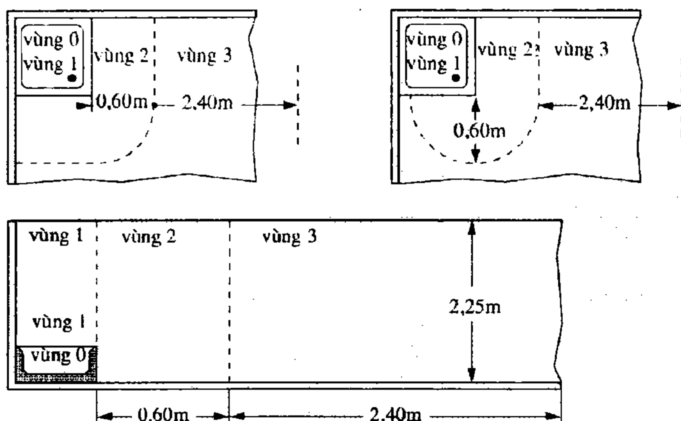
2.1 Phân loại các vùng

Các tiểu mục 701-32 của tiêu chuẩn IEC 364-7-701 xác định các vùng 0, 1, 2 và 3 như ở họa đồ dưới đây:

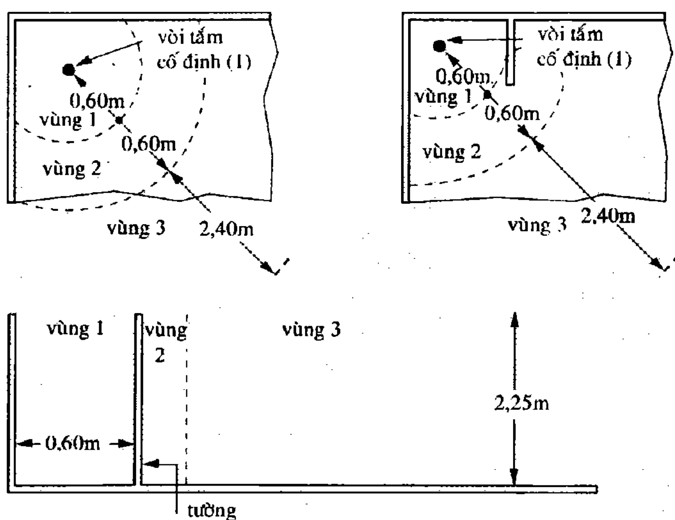


Hình L2-1. Vùng 0, 1, 2, 1 trong phòng tắm có vòi hoa sen

(*)vùng 1 nằm trên bồn tắm (trên mặt cắt đứng).



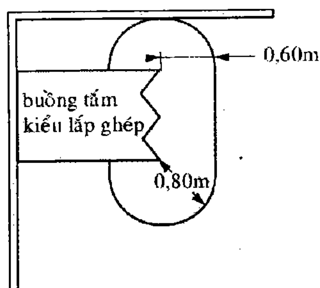
Hình L2-2. Vùng 0, 1, 2, 3 trong phòng có bồn và vòi tắm.

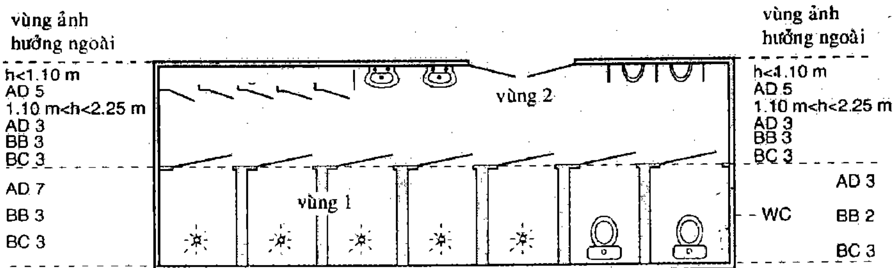


Hình L2-3. Vùng 0, 1, 2, 3 trong phòng không có bồn tắm.

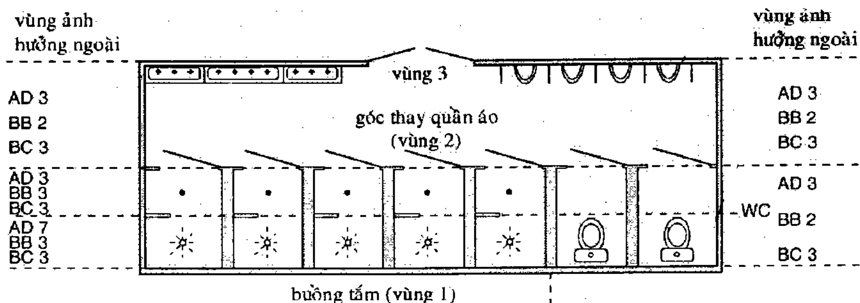
(1) khi vòi tắm là đầu của ống di động , trục trung tâm thẳng đứng của một vùng sẽ đi qua đầu cố định của ống di động.

Hình L2-4. Không được đặt công tắc hoặc ổ cắm trong vòng 60 cm cách cửa mở của buồng tắm.



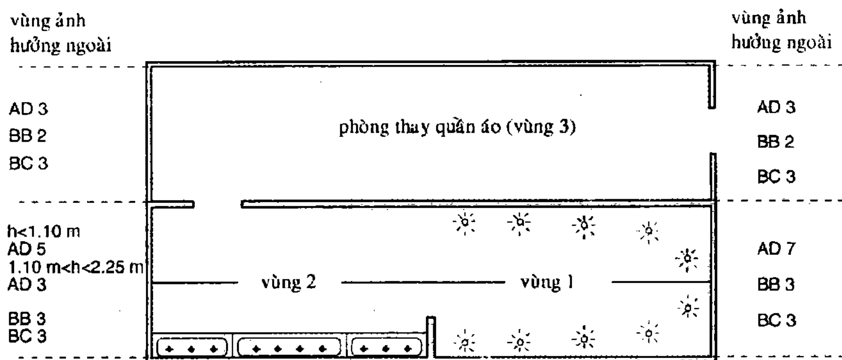


Hình L2-5. Các phòng tắm có chỗ thay quần áo.



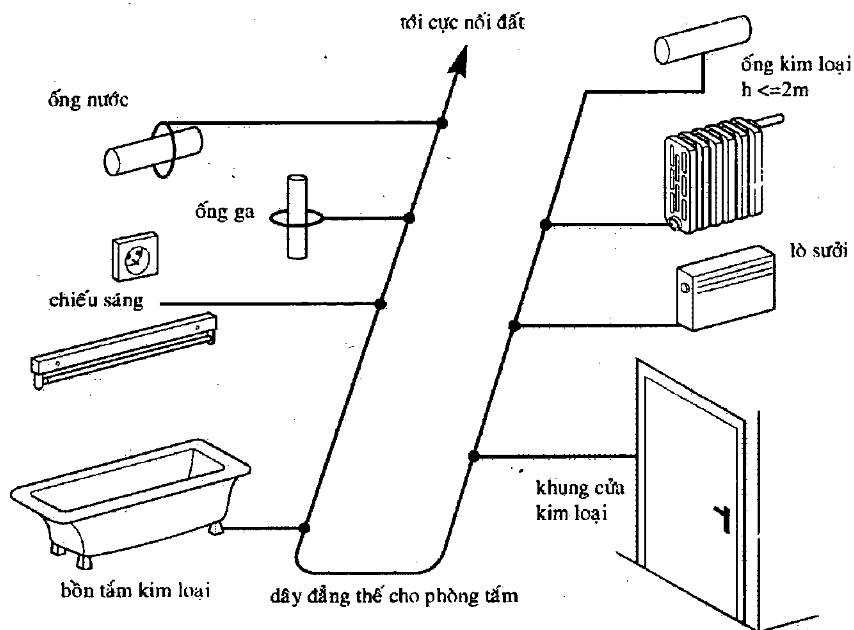
Hình L2-6. Các phòng tắm với góc thay quần áo riêng biệt.

C.L



Hình L2-7. Phòng tắm chung và phòng thay quần áo chung.

2.2 Lưới đẳng áp



Hình L2-8. Lưới đẳng áp bổ sung cho phòng tắm.

2.3 Các yêu cầu cho mỗi vùng

Các bảng ở mục 3 sẽ cho thấy cách áp dụng các nguyên tắc đã đề cập ở trên.

3. CÁC QUY PHẠM ÁP DỤNG CHO LƯỚI CÓ VỊ TRÍ ĐẶC BIỆT

Bảng sau đây tóm tắt một vài yêu cầu có trong các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế.

Lưu ý: các mục cho trong ngoặc là các mục trong IEC 364-7.

Vị trí	Nguyên tắc bảo vệ	Mức Ip	Dây	Đóng cắt	Ổ cắm ngoài	Vật liệu lưới
Nhà ở hoặc nơi cư ngụ	+ sơ đồ TT hoặc TN-S + bảo vệ so lệch : - 500mA nếu điện trở cực nối đất ≤100Ω cắt tức thời hoặc có trễ (dạng S) - 30mA nếu điện trở cực nối đất ≥500Ω + bộ chống sét đặt ở điểm đầu của lưới nếu: - được cấp nguồn từ dây trên không và dây trần và nếu mức dông sét >25 + dây bảo vệ (PE) có trên các mạch	201		cần gạt thao tác thiết bị đóng cắt và các thiết bị tương tự trên bảng phân phối được treo cách nền nhà từ 1 đến 1,8m	bảo vệ bằng RCD 30mA	
Phòng tắm (mục 701 của IEC 364-7)	Kết lưới san thế bổ sung ở vùng 0,1,2 và 3					
vùng 0	SELV 12 V	271	X	X	X	đặc biệt
vùng 1	SELV 12V	241 (1)	mức II được giới hạn tới mức tối thiểu	X (2)	X	đặc biệt và bình nước nóng

C.L

vùng 2	SELV 12 V hoặc RCD 30mA	231 (1)		X (2)	chỉ có 1 ổ cắm ngoài với biến áp cách ly	mức cách điện II và được bảo vệ bởi RCD 30mA
vùng 3		211 (1)	mức II	bảo vệ bởi: - RCD 30 mA - cách ly về điện - SELV 50V		
Bể bơi (mục 702)	san thế bổ vùng 0,1 và 2					đặc biệt (chiếu sáng dưới nước)
vùng 0	SELV 12v	281	X	X	X	đặc biệt (chiếu sáng dưới nước).
vùng 1	SELV 12V	251	X	X	X	X
vùng 2	bên trong bên ngoài	221 (1) 241 (1)	mức II	bảo vệ: - RCD 30mA - cách ly về điện, hoặc - SELV 50V		
Bồn hơi (mục 703)		311	mức II	X	X	thích nghi với nhiiệt độ
Công trường (mục 704)	- giới hạn điện áp U_L giảm tới 25V - sơ đồ TT hoặc TN-S	357	bảo vệ cơ		bảo vệ nhờ RCD 30 mA	
Cơ sở nông nghiệp và làm vườn (mục 705)	- giới hạn điện áp giảm tới 25V - bảo vệ chống cháy bằng RCD 500mA	355			bảo vệ bằng RCD 30mA	

Nơi có hạn chế về dẫn điện (bên trong bể kim loại .v.v) (mục 706)		311				bảo vệ cho: + dụng cụ di động: -bởi SELV hoặc -cách ly về điện + đèn cầm tay - bởi SELV + dụng cụ cố định - bởi SELV - cách ly điện - RSD 30mA - san thế bổ sung đặc biệt
Vòi phun (mục 702)	bảo vệ bằng RCD 30mA và san thế các vỏ thiết bị các vật dẫn tự nhiên					
Bộ xử lý số liệu (mục 707)	- sơ đồ TN-S (3) - sơ đồ TTnếu dòng rò rất hạn chế. Dây bảo vệ có tiết diện bé nhất là 10mm^2 và bằng nhôm. Các dây đồng nhỏ cần được đi đôi					
Bãi xe cắm trại (mục 708)		345	cáp ngầm mềm		bảo vệ bằng RCD 30mA (1 cái cho 6 ổ cắm ngoài)	
Bến thuyền		365	trong ống dẫn hoặc chôn		như trên	
Trung tâm y tế	sơ đồ IT có kết đẳng áp				RCD 30mA	
Hội chợ và triển lãm	RCD 30mA. Sơ đồ TT hoặc TN-S	217				

C.L

Tắm trị liệu	cá nhân: xem mục 701 (tập 0 và 1) tập thể: xem mục 702 (tập 0 và 1)					
Trạm tiếp nhiên liệu	tránh nổ trong vùng an toàn		giảm tới mức tối thiểu cần thiết			
Xe gắn máy	bảo vệ bằng RCD hoặc cách ly về điện					

(1) đối với thùng chứa nước : IPx5

(2) ngoại trừ cầu dao cho SELV

(3) trong sơ đồ IT, dùng biến áp hạ/ hạ để tạo sơ đồ TN-S.

PHỤ LỤC C

1. Ví dụ phối hợp đặc tính của tổ hợp dao cắt – cầu chì trung thế bảo vệ biến thế phân phối

Phụ lục này dựa trên các phụ lục A và B của IEC 420 và dùng để phân loại các đặc tính vận hành của các tổ hợp dao cắt - cầu chì.

Ví dụ sau đây áp dụng cho biến thế 400 kVA, 11 kV/ hạ thế, có mức dòng ngắn mạch lớn nhất phía đầu vào của biến áp là 16 kA. Dòng khi đầy tải của biến áp là 21 A, quá tải thường xuyên cho phép là 150%. Bộ điều chỉnh không tải với đầu phân áp được chọn ở mức điều chỉnh là -5% nên dòng sơ cấp khi có quá tải là 21 x 1,5 x 1,05 = 33 A. Dòng đỉnh khi đóng không tải biến áp là 21 x 12 = 252 A trong khoảng thời gian là 0,1 s (mục 4a của IEC787). Nhiệt độ môi trường không khí là 45^0C, nghĩa là cao hơn theo tiêu chuẩn IEC là 5^0C. Khách hàng chọn loại dao cắt - cầu chì 12 kV cho phía sơ cấp biến áp. Nhà chế tạo sẽ cung cấp một danh mục các cầu chì và khuyến cáo nên dùng loại nào.

Sự lựa chọn của nhà chế tạo sẽ được dựa trên các thử nghiệm xuất xưởng, thích ứng với các tiêu chuẩn IEC đối với các tổ hợp này.

Giả sử nhà chế tạo đề nghị dùng loại 12 kV, 40 A, 16 kA (ít nhất) cho máy biến thế và dựa trên các lập luận sau:

1. Cầu chì phải chịu được dòng đỉnh 252 A trong khoảng 0,1 s mà không làm thay đổi đặc tính vận hành của nó. Điều này sẽ đạt được dựa trên đặc tuyến thời gian – dòng của cầu chì hoặc theo lời khuyên của nhà chế tạo.

2. Dòng định mức của tổ hợp không được nhỏ hơn 33 A (lập lại thường xuyên) trong môi trường 45^0C phù hợp với khả năng quá tải của biến áp.

Lưu ý: dòng định mức của tổ hợp khi đi với cầu chì 40A có thể nhỏ hơn trị số này, đặc biệt khi nhiệt độ môi trường vượt quá mức thử nghiệm chuẩn. Các thử nghiệm về sự tăng nhiệt độ của môi trường cho cầu chì, hoặc các tính toán dựa trên các thí nghiệm này cho thấy dòng định mức của cầu chì lúc đó ở nhiệt độ 45^0C sẽ là 35A.

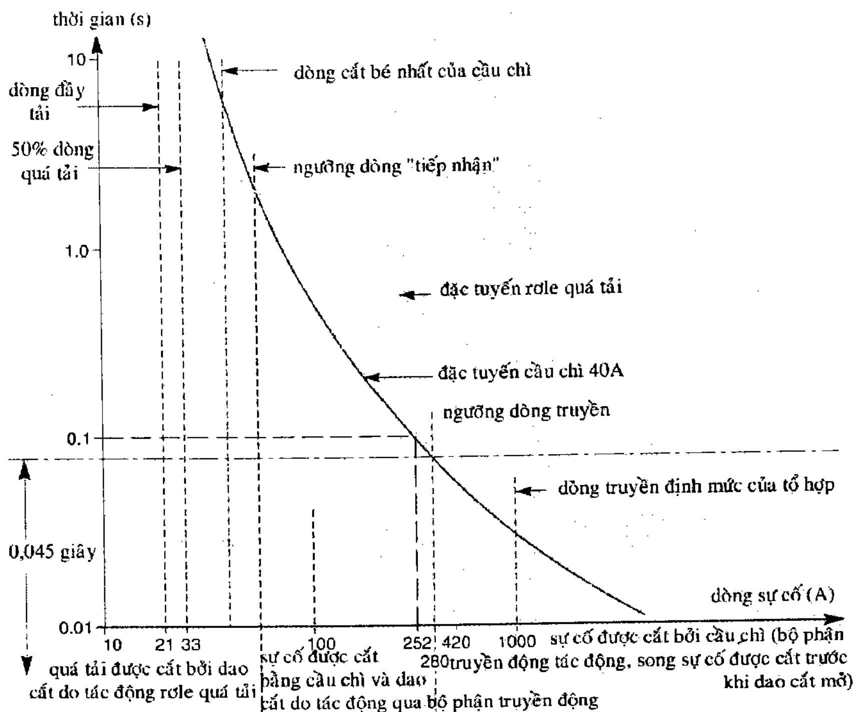
3. Dòng tiền hồ quang trong cầu chì thường nhỏ trong vùng 10 s, đủ để thỏa mãn yêu cầu bảo vệ của biến áp (mục 4c của IEC 787). Thông tin này có được dựa trên các đặc tuyến cầu chì (do nhà chế tạo cung cấp) hoặc tham khảo ý kiến của nhà chế tạo.

4. Chỉ có cầu chì tác động cắt dòng ngắn mạch kim loại 3 pha phía thanh cái hạ thế biến áp. Có nghĩa là, dòng sự cố lớn nhất phía sơ cấp (dựa trên điện kháng của biến áp là 5%) sẽ lớn hơn so với dòng truyền (dòng truyền là dòng làm tác động dao cắt và cầu chì đồng thời khi tổ hợp có gắn cầu chì 40A).

Hình AC 1-1 chỉ ra rằng dòng truyền khi ấy là 280A.

5. Dòng truyền của tổ hợp có cầu chì 40A sẽ nhỏ hơn dòng truyền định mức của nó (trong trường hợp này là 1000A).

Người thiết kế lưới cần kiểm tra xem cầu chì có phối hợp được với cầu chì hạ thế (nếu có) khi có ngắn mạch pha – pha trên lưới hạ thế không. Đây thường là điều kiện xấu nhất cho sự phối hợp, vì cầu chì hạ thế cho đi qua dòng 0,87 I_{SC3}, trong khi một cầu chì trung thế (chỉ một) cho đi qua dòng I_{SC3} (hình AC1-2 (b)). Khi ấy để phối hợp chắc chắn, đặc tuyến của cầu chì trung thế và hạ thế phải giao nhau ở giá trị dòng lớn hơn dòng ngắn mạch lớn nhất có thể trên phía hạ thế (hình AC1-3). Phối hợp giữa cầu chì trung thế và CB hạ thế được trình bày ở chương C, mục 3.2 hình C 21và phần H2 mục 4.6 (hình H2- 56 và H2-57).



Hình AC1-1. Các nguyên lý bảo vệ bằng dao cắt – cầu chì trung thế cho biến áp trung / hạ .

Dòng truyền

Dòng truyền của tổ hợp phụ thuộc vào thời gian khởi động bộ truyền động của dao cắt bằng cầu chì và đặc tuyến thời gian - dòng của cầu chì.

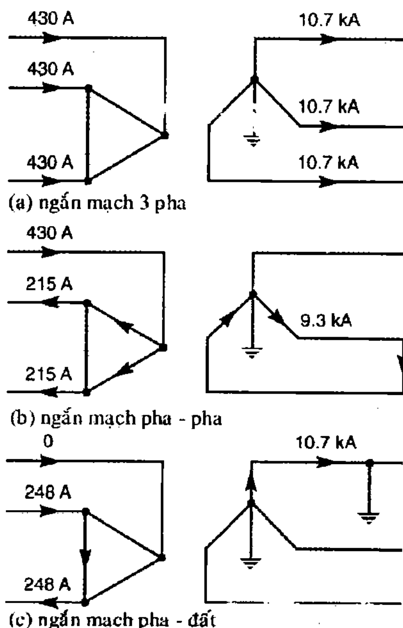
Gần mức dòng truyền, khi có ngắn mạch 3 pha phía đầu cực hạ thế của biến áp, cầu chì nhanh nhất sẽ tác động trên một cực và tác động lên bộ truyền động. Hai cực còn lại sẽ cho đi qua dòng bị giảm (87%) và các dòng này được cắt bằng dao cắt hoặc cầu chì. Điểm truyền là

P.LỤC

điểm mà tại đó dao cắt mở và một (hoặc hai) cầu chì còn lại chảy đồng thời.

Để có điều này, cầu chì thứ hai phải chảy ở thời điểm mở dao cắt (do sự tác động của cầu chì thứ nhất). Bằng tính toán (phụ lục B của IEC 420) sẽ thấy rằng mức dòng ngắn mạch 3 pha (*) làm cầu chì thứ hai chảy tại thời điểm (tương đương với thời gian mở dao cắt) sau khi cầu chì thứ nhất tác động sẽ tương ứng với thời gian 0,045 s sau khi có sự cố.

(*) đây chính là giá trị dòng truyền. Sự giảm xuống còn 87% là do tác động của cầu chì thứ nhất và cần được tính đến khi tính toán thời gian cho cầu chì thứ hai.



Hình AC1-2. Dòng ngắn mạch cho ví dụ có điện áp phía cuộn thứ 242-420V.

Dòng tiếp nhận (take over current)

Dòng tiếp nhận của tổ hợp là mức quá dòng mà tại đó cầu chì sẽ tiếp nhận vai trò của rơle quá tải. Có nghĩa là từ mức dòng "tiếp nhận" đến và lớn hơn dòng truyền thì dao cắt sẽ tác động nhờ bộ truyền động (qua cầu chì).

Các dạng sự cố trong vùng truyền

Các thiết bị bảo vệ ở phía sơ cấp thường liên quan chặt chẽ tới các sự cố trong đoạn từ đầu ra biến áp tới thiết bị bảo vệ hạ áp. Các dòng ngắn mạch phía sơ cấp sẽ xuất hiện do ngắn mạch duy trì phía thứ cấp biến áp (hình AC1-2).

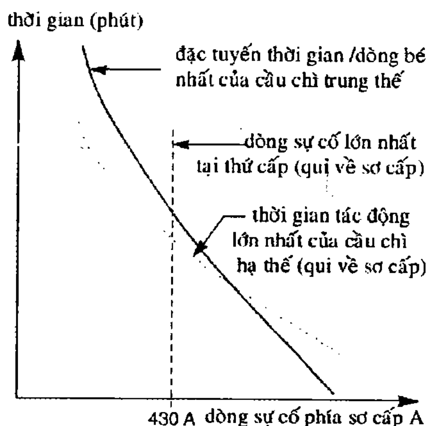
Sự cắt ngắn mạch 3 pha duy trì (không hồ quang) thường liên quan tới các giá trị điện áp quá độ phục hồi mà dao cắt trong tổ hợp không được cắt (theo thiết kế). Do đó, dạng sự cố này cần được loại trừ chỉ bằng cầu chì, có nghĩa là trước khi dao cắt mở tiếp điểm của nó.

Do vậy, giới hạn dòng truyền (280A trong ví dụ) sẽ cần luôn nhỏ hơn trị dòng ngắn mạch 3 pha (430A phía trung thế) trên thanh cái hạ thế như ở hình AC1-1. Nếu điều kiện này được tuân thủ, thì dòng truyền ngắn mạch 3 pha sẽ thích ứng với những sự cố mà điện trở hồ quang hạ thế sẽ làm giảm biên độ của cả dòng và điện áp phục hồi, cũng như cải thiện hệ số công suất của dòng sự cố.

Với ngắn mạch pha – pha phía đầu ra thứ cấp máy biến áp, họa đồ (b) hình AC1-2 cho thấy dòng sự cố phía sơ cấp trong một pha sẽ bằng với dòng pha khi có ngắn mạch 3 pha phía thứ cấp. Cầu chì của pha này sẽ tác động nhanh và dòng trong hai pha còn lại giảm xuống gần bằng 0 (*). Sau đó chúng được cắt trong vùng dòng truyền nhờ hai tiếp điểm của dao cắt mở kế tiếp. Điều này sẽ cải thiện chức năng hoạt động cắt dòng của dao cắt (nhất là trong trường hợp này chủ yếu là dòng từ hóa của biến áp).

(*) do điện áp phía thứ cấp cảm ứng trong các pha sự cố sẽ gần bằng nhau về biên độ, song ngược pha theo mạch vòng sự cố.

Khi có ngắn mạch một pha chạm đất phía đầu ra thứ cấp, hình c của hình AC1-2 cho thấy dòng sự cố sơ cấp sẽ nhỏ hơn giá trị tính toán (280A) của giới hạn dòng truyền. Và giống như trường hợp trước, tiếp theo tác động của một cầu chì (giả sử hai cầu chì không cắt đồng thời), dòng sự cố sẽ giảm tới giá trị rất nhỏ. Các tiếp điểm của dao cắt sẽ cắt dòng này (có tính cảm lớn) theo kiểu liên tiếp nhau. Điều này sẽ cải thiện chức năng hoạt động của dao cắt.



Hình AC1-3. Phối hợp giữa cầu chì trung và hạ thế.

2. Phân bố điện áp trên mặt đất khi có dòng sự cố chạm đất

Khi dòng sự cố chạy trong đất, giữa cực nối đất và đất bao xung quanh sẽ có phân bố điện thế trong và trên mặt đất

Gần cực nối đất, gradient điện thế trong và trên bề mặt đất thường là lớn nhất và do đó là nguy hiểm nhất.

Bản chất của gradient điện thế

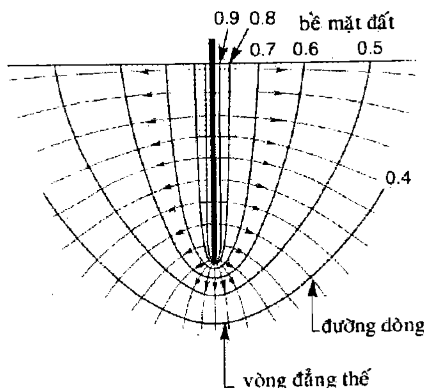
Một điện cực nối đất dạng cọc chôn thẳng đứng thường là phổ biến, đứng riêng lẻ hoặc nhiều cực nối đất với nhau. Do đó thường lấy

một điện cực để làm ví dụ. Dòng và mặt điện thế bao quanh nó được biểu diễn trên hình AC2-1 và được dựa trên các giả thiết để đơn giản hóa vấn đề sau:

- đất là đồng nhất;

- điểm xuất phát dòng sự cố (nghĩa là ngắn mạch chạm đất) ở khoảng cách vô hạn so với cực nối đất. Do vậy sẽ tạo nên một luồng dòng đối xứng giữa cực và đất bao quanh. Cực nối đất sẽ có điện áp trong hệ đơn vị tương đối so với đất ở xa là bằng 1.

Đất ở xa và đất lân cận, vùng thế chuẩn 0. Theo lý thuyết cổ điển, "đất ở xa" là đất có thế bằng 0, đặt ở vị trí xa vô cùng so với điện cực đang khảo sát. Khi dòng chạy giữa hai cực nối đất, vùng áp chuẩn 0 lân cận là có thể có. Vùng này có thể được sử dụng trong các thử nghiệm thực tế về điện trở điện cực nối đất. Các giá trị đo được phù hợp với các giá trị tính toán theo lý thuyết cổ điển



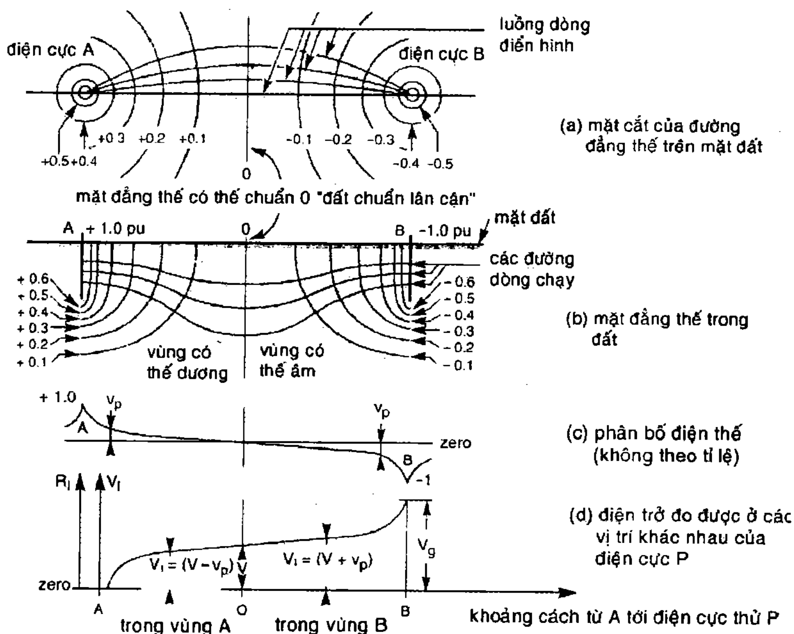
Hình AC 2-1. Dòng lý tưởng chạy trong đất và vùng đẳng áp xung quanh một điện cực chôn thẳng đứng. (Lưu y : đường dòng chạy là trùng với điện trường).

P.LỤC

Khi hai cực nối đất trao đổi dòng sự cố, nghĩa là giữa cực nguồn và cực nối đất của lưới có sự cố chạm đất sẽ có một mặt phẳng thẳng đứng

đẳng thế với điện tích vô hạn (tại một điểm nào đó giữa hai cực). Mặt này vuông góc với đường đi của dòng sự cố (hình AC2-2). Mặt phẳng thẳng đứng là đường quỹ tích các điểm mà tại đó cường độ điện trường dương (A) (*) bằng với cường độ của điện trường âm (B). Điều này có nghĩa là mặt này sẽ có cực tính là 0. Do vậy, nó chứa một mặt phẳng đẳng áp với điện áp 0 so với hai điện cực. Khi nói đến "đất lân cận" là nói về một điểm trên mặt đất, tại đó điểm mút của mặt phẳng này được đặt vào.

(*) Vì hệ thống xoay chiều đang được khảo sát, mỗi điện cực sẽ đổi cực tính trong mỗi nửa chu kỳ.



Hình AC2-2. Đất chuẩn lân cận áp 0 của hai điện cực nối đất:

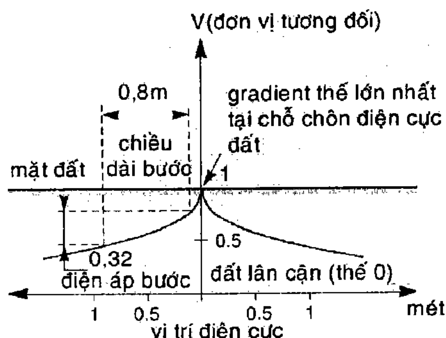
V_g- điện áp của máy phát thử nghiệm; R_l- điện trở đo bằng dụng cụ; V_l- điện áp để đo; V-điện áp của điện cực A so với đất chuẩn lân cận; V_P -điện áp điện cực thử P so với đất chuẩn lân cận. Để đo chính xác điện trở của A, điện cực thử P cần đặt ở 0, vị trí của nó không biết chính xác.

Từ đây có thể thấy mặt đẳng áp 0 cũng là biên của"hai vùng ảnh hưởng"của hai điện cực mà đôi khi còn được gọi là "vùng điện trở". Điện trường của hai điện cực X và C trong thí nghiệm đo điện trở cũng tương tự như điện trường nói trên. Vị trí của đất lân cận trong mỗi họa đồ F52 và họa đồ (a) hình AC 2-2 sẽ được đánh dấu là 0.

Phân bố thế của điện cực thẳng đứng

Hình AC2-1 cho thấy mật độ dòng lớn nhất tại mũi điện cực và tạo nên phân bổ thế rất dốc trong đất ở vùng gần điện cực, được biểu thị bằng sự gần nhau của hai vòng đẳng áp kế cận ở vùng này. Ta cũng thấy là gradient ở trên mặt đất thì đỡ nguy hiểm hơn ở dưới bề mặt đất, và gradient lớn nhất trên mặt đất xảy ra cạnh điểm nhô lên mặt đất của điện cực (hình AC2-3).

Các khảo sát cho thấy, trong một vùng đất đồng nhất, với một điện cực rất dài hoặc một điện cực rất ngắn, và đo ở khoảng cách 1m (chiều dài bước) cách điện cực sẽ có một trị số điện áp khoảng 0,5 đến 0,8 điện áp của điện cực. Do đó, khi dòng trong đất lớn, vùng gần điện cực là rất nguy hiểm.



Hình AC 2-3. Mặt cắt điện áp của điện cực đơn (hình AC2-1).

Lưu ý: Vòng đẳng thế trên bề mặt đất được nhìn từ phía trên sẽ là vòng tròn đồng tâm quanh vị trí đặt điện cực.

P.LỤC

Nguyên nhân của gradient điện áp

Điện trở vật dẫn điện khi có dòng chạy qua là: $R = \frac{\rho l}{a}$ với ρ - điện trở suất của vật dẫn ($\Omega.m^2/m$); l - chiều dài (m) của đường dẫn điện; a - tiết diện cắt ngang (m^2) của vật dẫn. Vậy với khoảng cách l đã cho, điện trở sẽ tỉ lệ l/a. Lớp đất tiếp xúc với điện cực có tiết diện a bằng với bề mặt tiếp xúc của điện cực. Trong khi ở các điểm cách xa điện cực, dòng sẽ đi qua một tiết diện lớn hơn. Nếu chiều dài đường đi là bằng nhau, điện trở sẽ càng giảm khi cách xa điện cực (AC2-3) kéo theo sự giảm sụt áp và gradient thế sẽ nhỏ. Một cách khác để lý giải tạo phân bố thế được trình bày trên hình AC2-1. Ở đây mặt đẳng thế được biểu diễn ở các khoảng 0,1 điện áp (tương đối). Vì có cùng một dòng đi qua các bề mặt đẳng thế, điện trở của khối đất giữa hai mặt đẳng thế kế tiếp sẽ như nhau. Điều này có ý nghĩa là các vùng có diện tích lớn thì chiều dài đường dòng đi giữa hai mặt kế cận cũng sẽ tăng lên để giữ nguyên R ($R = \frac{\rho l}{a}$). Khoảng không gian giữa hai mặt liên tiếp do đó sẽ lớn hơn (l/a = const) và điều này sẽ làm giảm gradient điện thế.

Phân bố áp của lưới nối đất

Mục đích của lưới nối đất là tạo nên điều kiện gần đẳng thế trên bề mặt đất trên một vùng rộng (thường dùng cho trạm).

Trên thực tế, phân bố thế sẽ luôn có khi dòng sự cố chảy trong đất. Tuy nhiên nếu thiết kế lưới nối đất đúng sẽ làm giảm gradient thế đến giới hạn yêu cầu. Khi có sự cố chạm đất, lưới nối đất và các phần kim loại nối với nó có thể sẽ bị tăng thế lên vài trăm (ngàn) volt. Phân bố thế trong lưới sẽ có dạng chung như ở hình AC2-4. Từ đây thấy rõ là việc nối hàng rào kim loại bao quanh vào lưới nối đất có thể là nguy hiểm, ngoại trừ khi có các biện pháp bảo vệ khác.

Giảm gradient thế do dòng sự cố

Một vài phương pháp thường dùng để giảm phân bố thế là:

+ giảm mức dòng sự cố chạm đất :

- bằng cách sử dụng nguồn nối đất trung tính qua điện trở hoặc cuộn dây (cho máy phát hoặc biến áp)

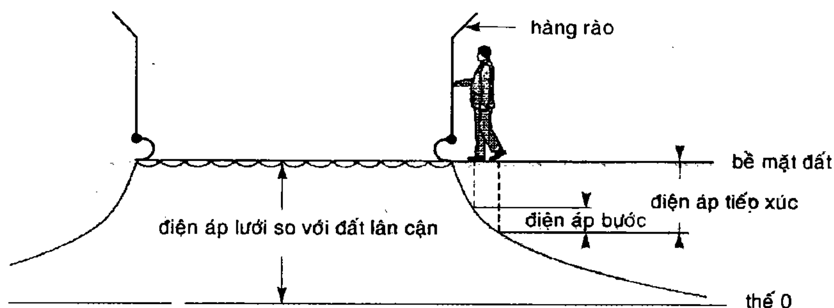
- khi máy phát hoặc biến áp vận hành song song, một trong số chúng cần không được nối đất;

+ đối với các điện cực (hình AC2-5) thường bằng cách :

- tăng chiều dài hoặc số cọc để giảm điện trở điện cực
- dùng đất có điện trở thấp bao quanh điện cực
- giảm kích thước ô lưới nối đất và tăng điện cực ở vành đai bao. Kỹ thuật này cũng đôi khi được sử dụng bao quanh móng cột lưới truyền tải, hàng rào bao v.v. để giảm gradient thế và giảm cả điện áp bước và tiếp xúc.
- cách điện điện cực chôn trong đất không tiếp xúc với lớp đất nằm phía trên, nghĩa là với bề mặt đất cho tới độ sâu khoảng 1m

Các biện pháp khác để giảm thiểu nguy hiểm gradient thế trên mặt đất

Phương pháp đơn giản nhất (song chiếm nhiều thể tích) là hàng rào chắn xung quanh điện cực và có biển báo. Thông dụng hơn là phủ lớp cách điện trên sàn (bằng plastic, thảm cao su v.v...) hoặc ở các vị trí ngoài trời đổ các lớp có điện trở cao như đá nhỏ, nhựa đường hoặc đá cuội, sỏi sạch để giảm dòng chạy qua chân người. Đá cuội và sỏi sẽ tạo một bề mặt có điện trở cao. Thậm chí ngay cả khi ướt nó cũng cho một bề mặt sạch sẽ. Bùn và lá nằm giữa các lớp đá làm giảm đáng kể tính chất cách điện của bề mặt.



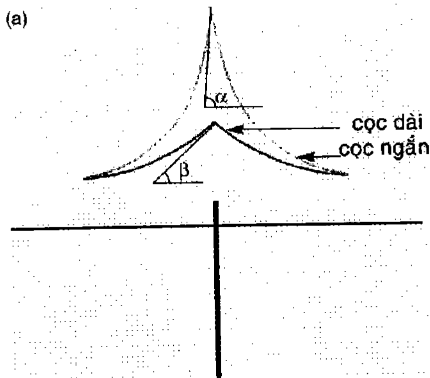
Hình AC2-4. Phân bố thế của lưới nối đất.

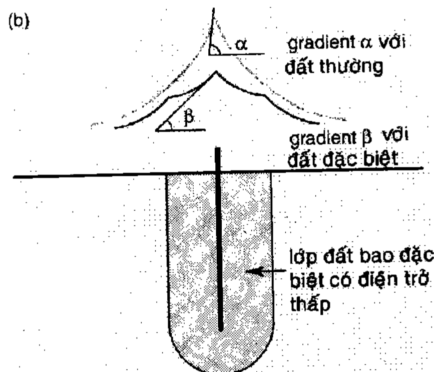
Mức an toàn của gradient thế trên mặt đất

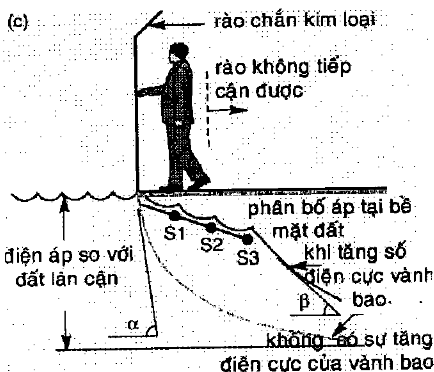
IEC không đưa ra một khuyến cáo nào về ngưỡng an toàn của điện áp tiếp xúc trong khoảng thời gian lớn hơn 10 s cho lưới trung thế trở lên tại thời điểm năm 1994. Tuy nhiên, nhiều quốc gia chấp nhận trị số 50V (xoay chiều) hoặc 25V xoay chiều trong điều kiện ẩm ướt theo IEC 364-4-41. Các giá trị điện áp tiếp xúc trong thời gian lớn cho phép khác nhau được dùng trong nhiều nước khác nhau và đôi khi chúng lớn hơn 50V. Trong khi đó điện áp tiếp xúc ngắn han (nghĩa là từ 0,03 đến 0,5 s) lại rất khác nhau so với tiêu chuẩn IEC364. Do vậy cần thiết phải chú ý tới các qui tắc qui phạm địa phương.

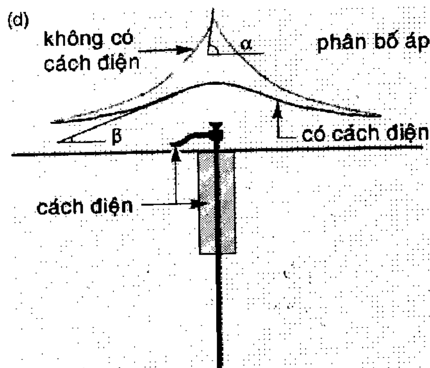
Tại thời điểm viết cuốn này, Cenelec Technical Committee 112 đang chuẩn bị một tiêu chuẩn lắp đặp lưới trung, cao thế châu Âu. Chương 9 của tiêu chuẩn mới sẽ nói về các mức điện áp tiếp xúc an toàn theo thời gian.

Cần chú ý với mức điện áp đã cho thì điện áp tiếp xúc là nguy hiểm hơn so với điện áp bước (vì ở trường hợp đầu, một phần đáng kể dòng điện sẽ đi qua cơ thể sống vào ngực). Nếu sự phân bố thế thỏa mãn tiêu chuẩn về điện áp tiếp xúc, thì điều kiện về điện áp bước cũng thỏa mãn.









Lưu ý: Điểm nối vào đầu cọc cần phải được cách điện hóa. Biện pháp chôn cọc hoàn toàn nằm trong đất và nối tới một đầu nối cách điện. S1, S2, S3_các điện cực chạy song song hàng rào và nối với nó theo các khoảng cách đều đặn.

Hình AC2-5. Điện áp và các phương pháp giảm gradient điện áp trong vài kiểu nối đất thông dụng.

P.LỤC

3. Giản đồ vectơ cộng hưởng sắt từ tần số 50Hz (60Hz)

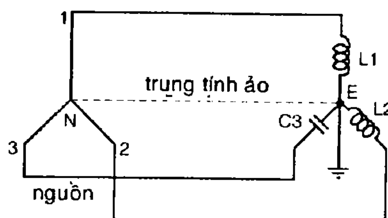
Hình C13 của mục 3.1 chương C cho thấy trung tính không nối đất của nguồn 3 pha có thể dịch chuyển từ giá trị thế 0 lúc bình thường như

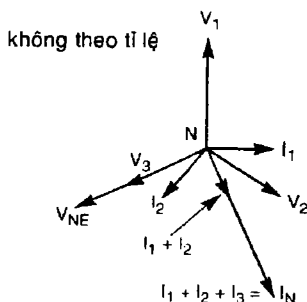
là kết quả của cộng hưởng sắt từ. Giản đồ sau đây được vẽ trong hệ đơn vị tương đối nhằm đơn giản hóa tính toán:

- điện áp trong hệ đơn vị tương đối bằng trị điện áp định mức pha - trung tính và bằng 1.

- 1 đơn vị tổng trở bằng dung kháng bình thường của một pha với đất ở tần số công nghiệp (nghĩa là K trên hình C14 của chương C)

- tổng trở của nguồn có thể bỏ qua





Hình AC 3-1. Tính toán V_{NE} và họa đồ vectơ.

Trình tự tiến hành như sau: tính dòng I_n trong dây trung tính giả tưởng có tổng trở bằng 0 bằng cách cộng các dòng pha (hình AC 3-1). Theo định lý Thevenin, I_N cũng bằng $\frac{V_{NE}}{Z_{NE}+Z}$ với V_{NE} – điện áp giữa N và E khi không có kết nối trung tính, Z_{NE} – tổng trở của lưới đo giữa

đầu N và E khi không có kết nối trung tính, Z_N – tổng trở của dây trung tính. Điều này có nghĩa là $V_{NE} = I_N . Z_{NE}$ (do $Z_N = 0$).

Tính I_N: trên hình C14 của chương C, trong điều kiện cộng hưởng thì $X_L > X_C$. Trong các tính toán này $X_C = -j1$ và $X_L = j10$ (hệ đơn vị tương đối)

$$I_1 = \frac{1\angle 90^0}{10\angle 90^0} = 0{,}1\angle 0^0 = 0{,}1 + j0$$

$$I_2 = \frac{1\angle -30^0}{10\angle 90^0} = 0{,}1\angle 120^0 = -0{,}05 - j0{,}0866$$

$$I_3 = \frac{1\angle 210^0}{10\angle -90^0} = 1\angle 300^0 = 0{,}5 - j0{,}866$$

$$I_N = 0{,}55 - j0{,}953 = 1{,}1\angle -60^0$$

Tính Z_{NE}

Z_{NE} là tổ hợp mắc song song của X_{L1}, X_{L2} , và X_C

X_{L1} song song với $X_{L2} = j5$

j5 song song với $X_{C3} = \frac{j5x(-j1)}{j5 - j1} = \frac{5}{j4} = -j1{,}25$

$Z_{NE} = -j1{,}25$

Tính V_{NE}

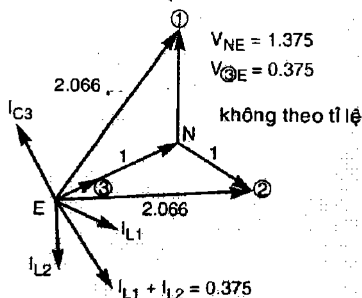
$$1{,}1\angle -60^0 x 1{,}25\angle -90^0 = 1{,}375\angle -150^0$$

hoặc $1{,}375\angle 210^0$

Vẽ giản đồ vectơ

Các giá trị khác được cho trên giản đồ vectơ là dễ dàng có được từ các tính toán trên (1), (2) và (3) là các đầu vào nguồn cung cấp.

P.LỤC



Hình AC 3-2. Giản đồ vectơ khi cộng hưởng.

PHỤ LỤC E. CÁC BỘ LỌC HÀI CƠ BẢN

Trong phần phụ lục này các hài lẻ thường có sẽ được biểu diễn trên giản đồ.

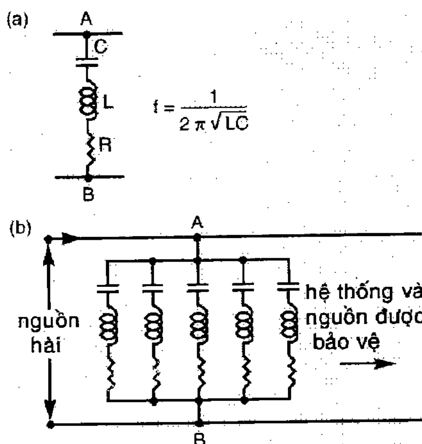
Trước khi xuất hiện điện tử công suất thì các hài chẵn hiếm khi xuất hiện cho nên sự tách các hài liên tiếp theo tần số 100 Hz (trên lưới tần số 50 Hz) làm cho nhiệm vụ của bộ lọc (không phụ thuộc sai số chế tạo và sự thay đổi tổng trở theo nhiệt độ v.v..) trở nên không phức tạp lắm. Vì thế các kết quả thu được theo các phương pháp dưới đây cho hầu hết các trường hợp là chấp nhận được.

Nếu đòi hỏi phải loại trừ các hài điện áp tồn tại giữa hai điểm A và B trong lưới, một mạch gồm LCR mắc nối tiếp (hình AE 3-1) sẽ có cộng hưởng tại tần số khảo sát. Do vậy sẽ có dòng ngắn mạch tại tần số đó và giảm $V_{AB}(h)$ xuống gần bằng 0.

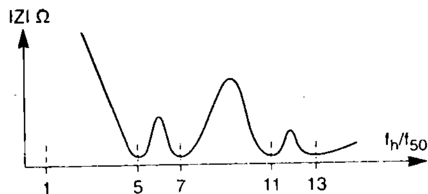
Một cách làm tương tự có thể được dùng cho bất cứ hài bậc cao nào bằng cách lắp song song các bộ lọc riêng vào điểm A –B (hình AE 3-1(b)).

Một sự phân tích chính xác sẽ không đơn giản vì mỗi bộ lọc chịu ảnh hưởng của các bộ lọc mắc song song với nó, của điện kháng nguồn

mắc shunt với bộ lọc (đường chấm trên hình AE3-2). Khi tính toán tất cả các yếu tố (kể cả mức độ cản do tổng trở của tải), phản ứng của bộ lọc phụ thuộc vào tổng trở của nó ở tần số khác nhau sẽ được cho trên hình AE3-2.



Hình AE 3-1.



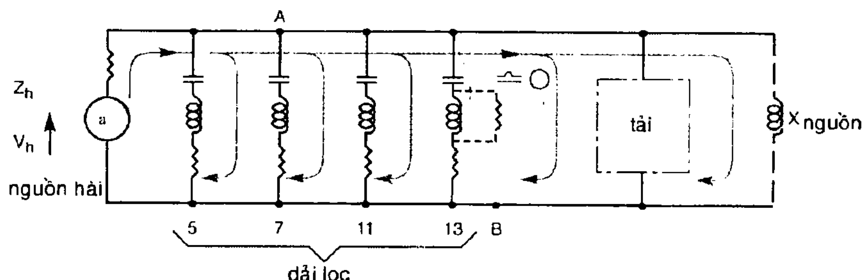
Hình AE 3-2.

Ở mỗi tần số với bộ lọc riêng tổng trở thường rất thấp, trong khi ở các tần số bậc trung, các giá trị tổng trở có thể rất lớn. Cần lưu ý đảm bảo sao cho các tần số thích ứng với tổng trở thấp, không được xấp xỉ bằng tần số điều khiển (như các sơ đồ ripple - control đang được ngành điện sử dụng để điều khiển từ xa các thiết bị). Nếu không thì các tín hiệu điều khiển sẽ trở nên ngắn mạch

Các thiết bị sinh sóng hài cần tạo các suất điện động và dòng để hoạt động đúng. Vai trò của bộ lọc là cho một dòng hài tự do đi qua giữa nguồn sinh sóng hài và bộ lọc, trong khi khử các dòng và áp này ra khỏi lưới.

Trong hình AE 3-3, khi các bộ lọc là ngắn mạch đối với các hài, hầu hết điện áp hài V_h sẽ rơi trên tổng trở trong Z_h của nguồn hài và chỉ

có các thành phần dòng hài bé sẽ đi qua tổng trở nguồn của hệ thống X_S và của các tải (tổng trở của tải thường có giá trị tương đối cao).



Hình AE 3-3.

Một khi tại tần số cơ bản, dung kháng của mỗi bộ lọc thường lớn hơn cảm kháng của nó nên hầu hết điện áp tần số công nghiệp sẽ xuất hiện trên tụ. Do vậy một sự đóng góp hữu ích vào yêu cầu hiệu chỉnh hệ số công suất là có thể được.

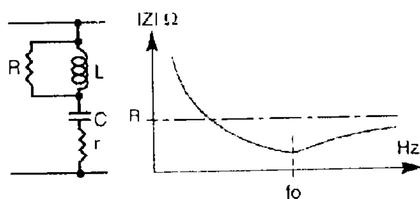
Các thiết bị tạo sóng hài cần tạo các hài suất điện động và dòng để vận hành đúng. Vai trò của bộ lọc, như đã mô tả, là cho phép dòng hài chạy tự do giữa nguồn hài và bộ lọc. Trong khi đó hạn chế các dòng và điện áp này chạy vào phần còn lại của lưới.

Bộ lọc hài cản

Như đã mô tả chương E, mục 9.1, biên độ suất điện động của hài sẽ giảm khi bậc hài tăng. Các yêu cầu lọc sẽ không đến nỗi khó khăn cho các hài bậc cao (khác với cho hài bậc thấp). Do đó, bộ lọc tần số cao cho một dải lọc như hình AE 3-1 (b) thường được cản nhờ mắc một điện trở song song với cuộn kháng.

Kết quả cho ra một bộ lọc kém hiệu quả hơn (song tương thích) với tần số hòa. Trong khi đó tại các tần số cao hơn, tổng trở sẽ nhỏ (cảm/ trở) và tiến đến giá trị chỉ của điện trở (hình AE 3-4) một khi tần số tăng (nghĩa là tạo nên một bộ lọc "high-pass"). Một bộ lọc như vậy

thường được dùng cho bộ lọc hài bậc cao (ví dụ 11 hoặc 13)) cho dải lọc trên hình AE 3-3.

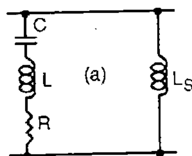


Hình AE 3-4. Mạch lọc cản và đường cong đặc tuyến tổng trở/tần số.

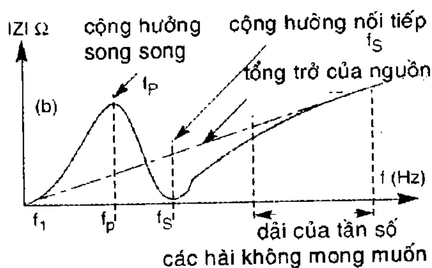
Tồn tại một vài phương án bộ lọc cản và bộ lọc không cản tùy thuộc vào các yêu cầu đặc biệt.

Thực ra, sự áp dụng thành công của các thiết bị điện tử công suất phụ thuộc nhiều vào sự phát triển công nghệ bộ lọc (không được trình bày trong phạm vi của quyển sách này).

Cuộn kháng triệt hài cho một tụ (hiệu chỉnh hệ số công suất)



Hình AE 4-1.



P.LỤC

Ở phụ lục E2 cho thấy đối với dải bộ tụ vấn đề khó khăn gặp phải là một phần của dòng hài đã cho có thể bị khuếch đại đến mức nguy hiểm trong mạch mắc song song LCR, nếu dòng này cộng hưởng ở tần số đang khảo sát.

Bằng cách mắc một cuộn L nối tiếp với tụ, điều kiện cộng hưởng song song sẽ dịch chuyển khỏi tần số đang khảo sát về phía tần số thấp hơn (như trên hình AE 4-1 (b)). Thực vậy, mạch sẽ cộng hưởng ở hai tần số khác nhau: tần số thấp do L_S // LCR và tần số cao hơn do mạch nối tiếp LCR. Để không bị cộng hưởng hoàn toàn thì cần thiết phải đảm bảo sao cho hai tần số cộng hưởng sẽ nhỏ hơn tần số của các hài cần được bảo vệ. Nguyên nhân là do với tần số cao hơn tần số cộng hưởng nối tiếp $X_L > X_C$ thì nhánh LCR sẽ trở nên mạch có cảm kháng + trở kháng nối tiếp. Nhánh này lại mắc song song với L_S (cảm kháng của nguồn) nên sẽ không có điều kiện cộng hưởng.

Ngoài ra, việc bổ sung cuộn L có nghĩa là sự thay đổi điện kháng của nguồn hệ thống sẽ ảnh hưởng ít hơn (so với trước đây) lên tần số cộng hưởng song song. Đó là do L thường có giá trị lớn hơn L_S (2 đến 9 lần) và tần số cộng hưởng song song lại phụ thuộc vào $L+L_S$. Cần chú ý là dù cuộn triệt hài bảo vệ bộ tụ khỏi cộng hưởng với điện kháng nguồn, nó sẽ không giảm lượng dòng hài qua biến áp trung/ hạ tới nguồn. Nhưng dòng này cần được loại bỏ nhờ các bộ lọc nối tiếp mắc shunt như ở phụ lục E 3.

Các bậc đóng tụ

Các bộ tụ hiệu chỉnh hệ số công suất thường gồm nhiều các phân đoạn đóng cắt được. Do vậy, lượng bù có thể chỉnh định để thỏa mãn các yêu cầu về thay đổi tải. Nếu mọi bậc đóng cắt có cùng lượng kVAr thì tần số cộng hưởng nối tiếp với mỗi bậc sẽ như nhau nghĩa là bậc đầu tiên cần thỏa mãn điều kiện về cộng hưởng nối tiếp (như đã đề cập trên hình AE 4-1 (b)). Việc bổ sung các bậc như nhau mắc song song sẽ không ảnh hưởng tới hai tần số cộng hưởng f_p và f_s. Đó là do, mặc dù

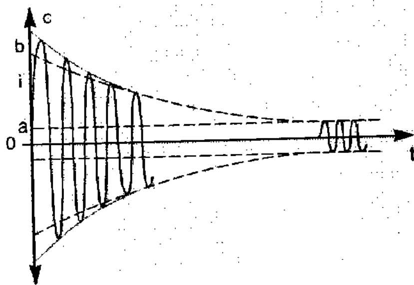
điện dung tăng n lần, song điện cảm lại giảm n lần nên tích LC (tần số cộng hưởng nối tiếp phụ thuộc vào tích này) vẫn không đổi. Do các nguyên nhân tương tự, các bậc hỗn hợp của bất kỳ lượng kVAr nào đều có thể mắc song song và mỗi bậc có cùng tần số cộng hưởng nối tiếp.

PHỤ LỤC J.

1. ĐẶC TÍNH NGẮN MẠCH CỦA MÁY PHÁT

Đặc tính ngắn mạch của máy phát 3 pha thu được trong quá trình thử nghiệm nhờ oscillogram. Ngắn mạch được xảy ra đồng thời trên 3 đầu cực của máy ở chế độ không tải và được kích tới điện áp định mức. Dòng trong 3 pha bình thường (*) bao gồm cả thành phần d.c và tắt dần tới 0 sau vài chục chu kỳ. Đường cong trên hình AJ 1-1 biểu diễn dòng có thành phần d.c bị loại bỏ khi có thử nghiệm cho máy 3 pha 220V, 50kVA.

Định nghĩa điện kháng máy sẽ được dựa trên các đường cong "đối xứng" như vậy.



Hình AJ 1-1. Dòng ngắn mạch của một pha của máy 3 pha với thành phần d.c bị loại bỏ.

(*) ngoại trừ, một cách tình cờ, điện áp của một pha đạt giá trị maximum tại thời điểm có ngắn mạch. Trong trường hợp này sẽ không có quá độ d.c. trong pha đang khảo sát.

P.L

Việc giảm biên độ dòng từ các giá trị ban đầu xảy ra theo cách sau: tại thời điểm ngắn mạch, tổng trở hạn chế dòng chủ yếu là điện kháng tản cố hữu** của cuộn dây phần ứng (stato). Điện kháng này thường bằng 10 – 15%.

** điện kháng siêu quá độ thường gần bằng điện kháng tản.

Dòng stator lớn (trên thực tế) hoàn toàn có tính cảm nên sức từ động đồng bộ do chúng sinh ra sẽ ngược hướng với sức từ động của dòng kích (cuộn rotor). Kết quả là từ thông rotor bắt đầu giảm và giảm sức điện động sinh ra trong cuộn stator và tương ứng sẽ giảm biên độ dòng sự cố. Dòng sự cố bị hạn chế lại làm giảm từ thông rotor ở mức chậm hơn, và cứ tiếp tục như vậy. Nghĩa là từ thông sẽ tuân theo quy luật giảm dần hàm mũ tự nhiên. Một trạng thái ổn định sẽ được thiết lập với từ thông rotor sản sinh điện áp vừa đủ để duy trì dòng stator ở mức quân bình giữa 3 đại lượng: dòng, từ thông, điện áp.

Sự giảm dòng sự cố thường là do việc giảm sức điện động sinh ra do phản ứng phần ứng, và trên thực tế không do sự tăng điện kháng của máy (do đó có từ "điện kháng hiệu quả" ở trong chương J, mục 1.1).

Như ở trên hình AJ 1-1, việc giảm dòng đòi hỏi một thời gian nhất định. Nguyên nhân là do khi từ thông rortor bắt đầu giảm, sự thay đổi từ thông sẽ cảm ứng một dòng trong mạch kín rotor theo hướng làm tăng dòng kích. Việc chiếm ưu thế dần dần của lực từ động stato phụ thuộc chủ yếu vào hằng số thời gian stator và rotor. Điều này là nhân tố chủ yếu trong "giảm dòng a.c" như trên hình AJ 1-1.

Nếu trong ngắn mạch, không có dòng xoáy được cảm ứng trong các lá thép lớp rotor, hoặc trong cuộn cản (xem lưu ý 1 của máy cực lồi, thì đường bao dòng xoay chiều sẽ giảm tương tự như của đường b trên hình AJ 1-1. Đường này sẽ được gọi là đường bao dòng quá độ.

Sự tồn tại của một trong hai điều nói trên là nguyên nhân của thành phần siêu quá độ (đường c). Hiệu quả sẽ tương tự như cho mạch

kín của cuộn kích rotor đã được mô tả ở trên (nghĩa là dòng cảm ứng sẽ chống lại sự thay đổi), song lại có hằng số thời gian bé hơn.

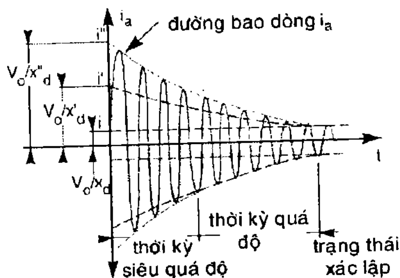
Sự giảm thành phần a.c bao gồm tổng của hai đại lượng giảm theo qui luật hàm mũ: thành phần siêu quá độ và quá độ (hình AJ 1-2).

Lưu ý 1: cuộn cản được làm bằng thanh đồng cỡ lớn gắn ở bề mặt của rotor cực từ lồi. Nó tạo ra dây quấn kiểu lồng sóc tương tự như của động cơ cảm ứng. Mục đích của chúng là duy trì ổn định đồng bộ của máy. Nếu rotor quay cùng tốc độ với lực từ động do dòng stator tạo ra, sẽ không có dòng được cảm ứng trong cuộn cản. Nếu có sự khác biệt vận tốc (do mất đồng bộ) thì dòng cảm ứng trong cuộn cản sẽ tạo mômen có hướng như của mômen hãm tốc (nếu quay nhanh hơn tốc độ đồng bộ) hoặc làm tăng tốc (nếu rotor quay với tốc độ nhỏ hơn đồng bộ). Một hiệu ứng tương tự (song nhỏ hơn) cho dòng xoáy trên bề mặt rotor của máy phát.

Để nghiên cứu sâu hơn, cần sử dụng trục dọc và ngang và điện kháng quá độ và siêu quá độ chiếu trên mỗi trục.

Trong nghiên cứu đơn giản về ngắn mạch 3 pha và về chức năng cắt mạch do sự cố này, chỉ cần tiến hành tính toán đối với thành phần dọc trục. Thành phần điện kháng khi ấy được ký hiệu bởi chữ "d" (hình AJ 1-2).

Ký hiệu "q" dùng cho các đại lượng ngang trục.



Hình AJ 1-2. Thành phần xoay chiều của dòng phần ứng biến thiên theo thời gian khi có ngắn mạch trên máy phát (thành phần d.c. không được hiển thị):

X''_d - điện kháng siêu quá độ V_0/i''; X'_d - điện kháng quá độ V_0/i'; X_d - điện kháng đồng bộ V_0/i; V_0 - điện áp đỉnh định mức của máy phát .

P.LỤ

Các điện kháng thường được định nghĩa như tỉ số giữa trị hiệu dụng của điện áp và dòng điện. Mặc dù vậy, trên hình AJ 1-2, để đơn giản sẽ biểu thị giá trị đỉnh của dòng, nên V_0 cần lấy giá trị điện áp đỉnh định mức của máy.

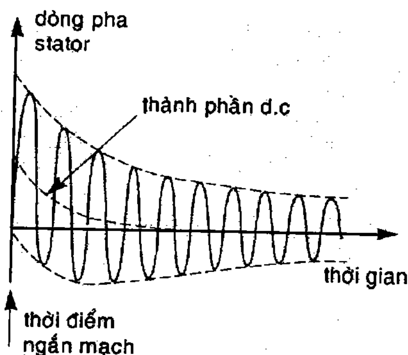
Lưu ý 2: trong định nghĩa của "i", vài tác giả sử dụng giá trị thật của điện áp đo được khi thử nghiệm (thay vì V_0). Hơn thế nữa, X_d thường được gán là X_s và được coi như "điện kháng đồng bộ".

Dòng không đối xứng

Như đã nói ở trên, nói chung các dòng ngắn mạch 3 pha đều có thành phần một chiều. Các thành phần này là nguyên nhân xuất hiện lực điện động và nhiệt bổ sung trên máy phát và máy cắt bảo vệ mạch sự cố.

Điều kiện xấu nhất là khi trong một pha thành phần một chiều d.c đạt trị lớn nhất có thể. Có nghĩa là giá trị thành phần d.c quá độ tại thời điểm xảy ra sự cố là bằng với giá trị lớn nhất của dòng V_0/X_d'' (như ở hình AJ 1-2).

Một thử nghiệm điển hình để khảo sát điều kiện này sẽ được trình bày trên hình AJ 1-3.



Đường bao dòng quá độ bất đối xứng có cùng cỡ của đường cong dòng d.c quá độ , khi đường bao đối xứng gần với trục dòng 0.

Hình AJ 1-3. Đồ thị dòng sự cố quá độ bất đối xứng.

Các hệ quả của dòng sự cố quá độ bất đối xứng và mối quan hệ chuẩn giữa đại lượng đối xứng và bất đối xứng cho các đại lượng định mức của máy cắt đã được cho ở mục 1.1, chương C và trên hình C5.

2. TƯƠNG HỢP ĐIỆN TỪ (EMC)

1. Các quy tắc và điều lệ

Các qui phạm về tương hợp điện từ (EMC-ElectroMagnetic Compatibility) trên toàn thế giới nhìn chung chia làm hai trường phái. Tại những nước "tự do", bất kỳ loại nhiễu ký sinh (nhiễu tạp) nào cho việc thu sóng rađiô đều là bất hợp pháp, nhưng không hề có áp đặt giới hạn cho mức phát sóng của nguồn gây nhiễu. Tuy nhiên, trong những trường hợp tranh chấp, các phương pháp đo lường và những giới hạn về mức phát do CISPR định ra được dùng tham khảo. Ví dụ, Nhật là một "nước tự do", nơi đó các tiêu chuẩn VCCI (về mặt kỹ thuật tương đương với những qui định quốc tế của CISPR) cho rằng hiện nay tinh thần trách nhiệm dân sự là trên hết. Đối với các nước "quy định" cứng rắn hơn, mức phát vượt quá giới hạn tiêu chuẩn là phạm luật. Chẳng hạn, tại Mỹ, các hệ thống tự động xử lý dữ liệu (ADP-Automatic Data Processing) được bảo vệ bằng những tiêu chuẩn bắt buộc về mức phát do luật Liên Bang FCC, phần 15, quí định. Tiến trình kiểm tra sẽ khác nhau tùy theo mức loại A (thủ tục "chấp thuận") hay loại B. Trong trường hợp cho loại B (môi trường dân dụng), cần phải có giấy chứng nhận. Các điều lệ Châu Âu nằm dung hòa giữa hai hướng trên. Cả hai, mức phát xạ ký sinh và thiết bị thu nhận quá nhạy cảm, đều là phạm luật. Thế nhưng, việc chấp nhận theo những tiêu chuẩn EMC, mặc dù chỉ tạo ra giả định về tính phù hợp với những đòi hỏi thiết yếu, vẫn là phương tiện kiểm tra thường được sử dụng. Hơn nữa, các quí phạm Châu Âu được áp dụng cho mọi thiết bị, hệ thống và lưới thương mại, dịch vụ mà không có ngoại lệ.

2. Nhiễu điện từ

Các vấn đề về EMC thường nảy sinh khi thiết bị có độ nhạy cao với nhiễu điện bên ngoài (thường gọi là "nhiễu" hoặc "ký sinh") được đặt trong môi trường dễ bị nhiễu điện từ.

Vì những nguồn nhiễu điện từ rất nhiều và không thể tránh khỏi, và việc giảm độ nhạy một thiết bị (thường là điện tử) nhằm chống lại ảnh hưởng của nhiễu rất khó đạt được, việc xem xét cách bố trí tự nhiên của thiết bị nhạy cảm và cách nối dây cho nó đối với các nguồn nhiễu sẽ trở nên cần thiết.

Đây là những phương pháp chính bảo đảm cho sự miễn nhiễm của đa số thiết bị điện tử nhạy cảm.

Có hai loại nhiễu điện từ được thừa nhận:

- nhiễu truyền dẫn lan theo dây cáp, dây dẫn, v.v;

- nhiễu bức xạ do cảm ứng tĩnh (trường từ hay trường tĩnh điện[1]) và /hoặc do sóng điện từ (sóng vô tuyến) phát đi trong không gian.

[1] Trường cảm ứng điện từ tĩnh (nhưng có thay đổi biên độ) nhìn chung chỉ đáng kể khi ở thật gần các nguồn, và ta dễ dàng chống nhiễu bằng cách đặt thiết bị nhạy cảm ở xa nguồn một khoảng thích hợp. Ngoại lệ đáng chú ý là trường hợp có vài chục ngàn ampe, tức là dòng ngắn mạch, đi qua dây điện.

Biên độ nhiễu điện từ được biểu thị qua bốn thông số: hai cho loại nhiễu truyền dẫn và hai cho loại nhiễu bức xạ.

Đối với loại truyền dẫn, việc đo lường thực hiện theo các đại lượng thông thường, nói cách khác là đo vôn (U) và ampe (I). Đối với sóng điện từ bức xạ, cường độ điện trường và từ trường đo tương ứng là vôn /mét (E) và ampe /mét (H).

Tần số là một trong những đặc trưng chính biểu thị sóng điện từ. Trong những nghiên cứu về EMC, các cách giải quyết sẽ khác nhau, tùy theo việc nhiễu ở tần số thấp (LF) hoặc cao (HF).

2.1 Nhiễu do truyền dẫn

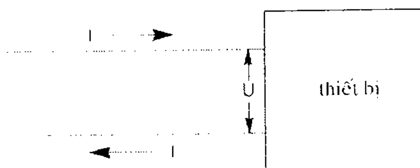
2.1.1 Nhiễu do truyền dẫn: chế độ lan truyền

Năng lượng điện, dù là những tín hiệu hữu ích hay điện năng, hoặc ký sinh không mong muốn, đều truyền dọc theo mạch 2 dây theo một trong hai chế độ, đó là chế độ vi sai và chế độ đồng pha (chung).

Chế độ vi sai

Chế độ vi sai là cách thông thường dẫn truyền dòng điện qua mạch 2 dây. Đôi khi chế độ này được gọi là chế độ nối tiếp, chế độ chuẩn hoặc chế độ đối xứng. Trong chế độ vi sai, dòng đi trong một dây thực sự đối pha với dòng đi trong dây kia, nghĩa là lúc nào cũng chạy theo hướng khác nhau.

Điện áp sẽ được đo giữa hai dây.



Hình EMC-1. Tín hiệu hoặc nhiễu theo chế độ vi sai.

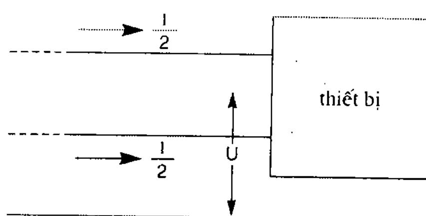
P.LỤ

Nhiễu theo chế độ vi sai là nghiêm trọng nhất ở tần số thấp. Tần số thấp (LF - low frequencies) được hiểu trong các nghiên cứu về EMC là những tần số nhỏ hơn 9 kHz. Qui ước này có nghĩa là một số rất lớn những nhiễu điện được xem là hiện tượng LF.

Trong các mạng lưới điện có rất nhiều nhiễu theo chế độ vi sai. Ví dụ ta có thể liệt kê như khi cắt nguồn cung cấp trong thời gian ngắn hoặc dài, khi dao động và sụt áp, khi mất ổn định pha, đèn chớp, khi tần số thay đổi: sóng hài và xung điện áp. Ảnh hưởng của nhiễu điện từ lệ thuộc rất lớn vào thời gian nó tồn tại. Nhiễu lâu dài (duy trì) chủ yếu ảnh hưởng những mạch dạng tương tự, trong khi nhiễu quá độ và xung gây hại cho các mạch kỹ thuật số.

Chế độ đồng pha (common)

Chế độ đồng pha mang tính ký sinh. Đôi khi nó còn được gọi là chế độ song song, chế độ dọc hay chế độ không đối xứng. Theo đó, dòng đi qua mọi dây dẫn của cáp điện theo cùng hướng. Đường về cho những dòng này qua đất, những lưới nối đất và các dây dẫn nối đất bảo vệ, qua vỏ bọc cáp, v.v... Vì đất không còn được dùng làm môi trường dẫn điện cho fax, nên các tín hiệu hữu ích cũng không còn được truyền qua dây liên quan theo chế độ đồng pha. Sự chênh lệch điện áp theo chế độ này được đo giữa vỏ (lấy điện thế là 0) và giá trị điện áp trung bình của mọi dây dẫn trong mạch cáp được đo thử. Nó vẫn có thể tồn tại khi không có bất kỳ dòng nào chạy qua dây.



Hình EMC-2. Tín hiệu hoặc nhiễu theo chế độ đồng pha.

Nhiễu điện từ dễ đi cặp với cáp trong chế độ đồng pha, đặc biệt tại tần số cao (HF - high frequencies) vì chúng hoạt động như ăngten rađiô. Có thể xảy ra nhiều kiểu đi cặp giữa các mạch lân cận. Các vấn đề của chế độ đồng pha thường xuất hiện lại trong những trường hợp

EMC. Môi trường dẫn điện luôn có lợi cho EMC do tính chất đẳng thế của nó.

Chỉ có nhiễu theo chế độ vi sai mới có thể được lọc tại chỗ, theo từng dây cáp một. Như đã chỉ theo tên gọi, chế độ đồng pha rất thường thấy cho mọi dây của thiết bị. Những vấn đề của chế độ đồng pha ở tần số cao đặc biệt nguy hại cho môi trường cách điện, hoặc ở nơi đầu "mass" (đầu điện áp bằng 0 cho mọi mạch điện tử) "trôi" so với đất (nghĩa là cách điện với đất). Theo chế độ đồng pha, điện áp luôn có hại (bất lợi). Nếu không giảm xuống được, điều quan trọng là ít ra cũng phải ngăn nó phát triển thành nhiễu theo chế độ vi sai.

Đó là vai trò của những kiểu nối cách điện và/hoặc đối xứng. Cách điện chỉ hữu hiệu ở tần số thấp. Một kết nối đối xứng, còn được gọi là "cân bằng", có thể vẫn hữu hiệu cho đến tần số cao. Sự mất cân xứng của một kiểu nối vi sai hình thành chủ yếu từ những mạch cuối của nó. Việc mất cân bằng tại mạch cuối có thể gây ra do sự bất đối xứng điện và/hoặc hình học. Trong mọi trường hợp, không nên nối bằng cáp đồng trục đơn giản nhằm truyền tín hiệu ở tần số thấp.

Những biện pháp hiệu chỉnh có thể gây tác dụng phụ có hại, nên cần phải kết hợp với những biện pháp khác nhằm giúp hệ thống chống lại một cách hữu hiệu toàn bộ dải nhiễu (LF và HF, có biên độ cao hoặc thấp). Việc kết hợp với những phương pháp hiệu chỉnh khác (tách điện, nối đối xứng và bảo vệ quá điện áp) được coi là bảo vệ phối hợp.

2.1.2 Nhiễu tần số thấp do truyền dẫn

Nhiễu tần số thấp LF gồm mọi loại nhiễu ký sinh, trong đó khoảng tần số quan trọng là tần số thấp hơn 9 kHz. Tần số 9 kHz thường là cận trên quy ước. Dưới trị này, hiện tượng điện có thể được phân tích thành những dạng đơn giản bằng cách sử dụng kỹ thuật mạch tuyến tính tương đương thường gặp, dựa vào điện trở, điện cảm (tự cảm và hỗ cảm) và điện dung. Theo định nghĩa, nhiễu LF tồn tại một thời gian

tương đối "lâu" (ít nhất một trăm micrô giây). Mức năng lượng của nhiễu LF truyền dẫn có thể đáng kể và rất dễ đo.

Trên thực tế tổng trở của cáp ở tần số cực thấp chỉ tương đương với điện trở của nó. Đến vài kHz, hầu hết cáp có tiết diện cắt ngang nhỏ và ngay cả ở 50 Hz (đối với cáp có tiết diện lớn) có điện cảm của dây dẫn khoảng 1 µH/m, và tổng trở của nó tăng theo tỷ lệ thuận với tần số. Ví dụ, cáp lớn một lõi ở 50 Hz lắp đặt theo cấu hình ba dây có tổng trở thứ tự thuận khoảng 0,3 Ω trên km. Đặc tính này rất quan trọng khi xem xét những tần số hài trong mạng lưới điện.

Chọn tiết diện lớn hơn 35 mm^2 cho dây dẫn bảo vệ sẽ giảm một cách hữu hiệu việc dây nóng lên khi tải dòng sự cố (vì điện trở của nó thấp hơn) nhưng sẽ có ảnh hưởng không đáng kể đến phân bố đẳng thế: điện cảm của cáp thực tế (như đã ghi chú ở trên) độc lập với tiết diện của nó.

Ngắt điện (lâu hoặc thoáng qua)

Ngắt điện là việc làm mất điện áp nguồn cung cấp. Trong trường hợp có sự cố xảy ra trong mạng lưới trung, cao áp của một hệ thống cung cấp điện, thông thường tại hộ tiêu thụ sẽ bị "sụt áp" đôi khi có kèm theo ngắt điện ngắn hạn. Sự cố loại này chỉ xảy ra nếu hệ thống là hệ đường dây trên không và phía hộ tiêu thụ được cung cấp từ phần đường dây có sự cố. Loại được gọi là "sự cố thoáng qua" đối với đường dây trên không là rất phổ biến, và do sự phóng điện (của sứ) đến kim loại nối đất, bởi quá điện áp nhất thời có thể do sét, hoặc do ngắn mạch chạm nhiều pha, hoặc là ngắn mạch chạm đất, ví dụ, qua một nhánh cây ẩm ướt, v.v...

Hơn 80% những sự cố này là loại sự cố tự huỷ trong thời gian ngắn của cắt tự động và sự cung cấp điện thông thường sẽ được phục hồi.

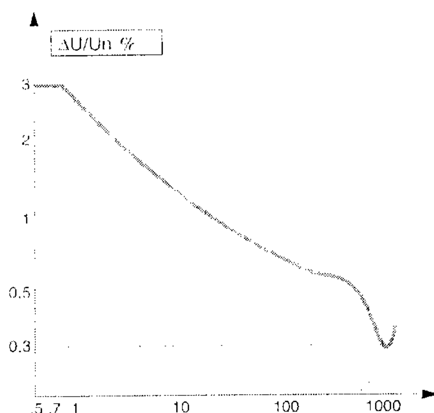
Trình tự tự động nhằm loại trừ sự cố thoáng qua trên đường dây trên không nằm trong sơ đồ bảo vệ của mạch. Việc cắt theo các sơ đồ

này thông thường được giới hạn trong 0,5 s. Một mạng lưới cáp ngầm sẽ làm giảm số lần cắt đến khoảng 10% so với những hệ thống đường dây trên không, nhưng sự cố cáp ngầm là không tự huỷ, vì vậy, cần cắt lâu để định vị sự cố và thực hiện sửa chữa.

Điện chập chờn

Điện chập chờn mô tả tình trạng sụt điện áp nhỏ nhưng thường gặp, gây ra bởi dòng tương đối lớn trong những chu kỳ ngắn và thường xuyên lặp lại. Tổng trở của mạng LV (hạ thế) chủ yếu là do tổng trở của cáp và của biến áp trung/hạ cung cấp cho mạng. Biến áp có công suất kVA càng lớn thì tổng trở hiệu quả của nó càng thấp. Trong những lưới cung cấp công cộng, hiện tượng chập chờn thường xảy ra nhiều hơn ở trên lưới nông thôn, đặc biệt là ở cuối những đường dây dài. Đó cũng là vấn đề cho đường dây cung cấp cho các lò hồ quang, máy hàn hồ quang và nhìn chung, ở nơi nào có đóng cắt tải lớn.

Chập chờn gây khó chịu cho người làm việc dưới ánh đèn dây tóc. Hiệu ứng này thuần túy về sinh lý học, thiết bị điện tử không hoạt động sai do điện chập chờn. Chập chờn chỉ khó chịu tại nơi có tải lớn và khi bật tắt, hoặc tại nơi hệ thống có tổng trở cao. Các giới hạn thông số chuẩn và dụng cụ đo chập chờn được mô tả trong văn bản IEC 1000-3-3 và 1000-4-15.



Hình EMC-3. Số lần biến thiên điện áp trong một phút.

P.LỤ

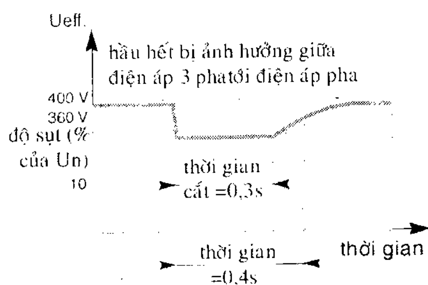
Đối với những lưới điện công nghiệp dễ bị chập chờn, đôi khi thay đổi lại lưới là cần thiết. Trong số những biện pháp sửa đổi khả thi thì hữu hiệu nhất gồm: tách riêng rẽ dây cho tải lớn, tốt nhất là mỗi tải được cung cấp qua một biến áp trung áp /hạ áp riêng; phân nhỏ tải; tăng thời gian trễ trong các hệ tự điều khiển; giảm định mức chu kỳ làm việc, bố trí xen kẽ và dàn trải theo thời gian những việc vận hành đòi hỏi xung năng lượng lớn, cùng với việc lắp đặt cơ cấu bù tĩnh. Về mặt kỹ thuật, giảm tổng trở nguồn là một giải pháp tốt. Trong các mạch cuối của lưới phân phối hạ áp, dòng 3 pha ngắn mạch đối xứng thường trong khoảng 500 - 5000 A. Trong mạng điện công nghiệp, dòng ngắn mạch hạ áp có thể vượt quá 10 kA trong mạch có tiết diện lớn nằm gần trạm nguồn. Tuy nhiên, giá trị này không bao giờ cao hơn 100 kA.

Dao động và sụt áp lớn

Dao động điện áp là việc thay đổi nhanh điện áp cung cấp không quá ± 10% (giới hạn chung cho phép ở mức phân phối) trong chế độ vận hành bình thường. "Sụt áp lớn" là hiện tượng điện áp sụt xuống bất ngờ, chủ yếu do đóng tải. Tải này vào thời điểm đóng điện đòi hỏi dòng lớn hơn giá trị định mức của chúng, ví dụ như dòng khởi động động cơ điện, khi bật thiết bị sưởi có điện trở lớn và đèn dây tóc, v.v... "Sụt áp lớn" chỉ là nhất thời nhưng thường nghiêm trọng hơn trường hợp điện chập chờn và thường vượt hơn 10%. Thời gian "sụt áp lớn" kéo dài từ 10 ms đến khoảng 1 s. Giảm điện áp hơn 10% với thời gian hơn 1 s, chẳng hạn để khởi động động cơ lớn hoặc như đã mô tả ở trước, do sự cố hệ thống, một cách đơn giản được xem như "sụt áp" có mức độ và thời gian được định rõ. Nhìn chung, dao động điện áp ít ảnh hưởng đến các mạch điện tử. Tuy nhiên, những thiết bị nhạy cảm dùng điện tử điều khiển chính xác, máy tính điện tử đời đầu và các ống đèn huỳnh quang điện tử cao áp có thể bị ảnh hưởng ngược lại. Một thiết bị điện tử được thiết kế tốt có thể chịu được dao động điện áp đến ± 8%.

Sụt áp lớn tại một điểm trong hệ thống cao, trung áp thường do ngắn mạch tại nơi nào đó trong mạng. Điểm này càng gần nơi có sự cố

thì sụt áp càng nghiêm trọng. Độ nghiêm trọng này được xác định bởi hai thông số: độ sụt áp tính theo phần trăm điện áp định mức của hệ thống, và thời gian tính bằng miligiây. Sụt áp thường do những vật bị gió thổi bứt gây ra (cành cây, v.v...), bão điện hoặc sự cố trên đường dây (sứ vỡ) hay sự cố xảy ra trong lưới của hộ tiêu thụ lân cận.



Hình EMC-4. Đặc tính của sụt áp lớn.

Sự cố trong các đường dây siêu cao áp hiếm xảy ra và thường do sét hoặc thời tiết lạnh dữ dội khác thường.

Hậu quả của sụt áp lớn (khi có cắt điện đi kèm) là hoàn toàn mất nguồn cung cấp cho các thiết bị điện tử (và động lực). Các rơle sẽ ngừng hoạt động, và động cơ điều khiển tốc độ bằng điện tử cùng thiết bị hãm tái sinh bị mất điều khiển phanh. Ngay cả khi không có cắt điện, sụt áp lớn và lâu (đến khoảng 1 s) có thể gây ra hoạt động sai tương tự. Các biện pháp chống lại những vấn đề này với chi phí thấp nhất đòi hỏi phải tiến hành nghiên cứu riêng cho từng trường hợp. Để tránh sụt áp, nhiều thiết bị điện tử công suất bé có nguồn điện riêng tự động hoạt động trong vài trăm miligiây khi mất điện cung cấp 100%.

Đối với các nguồn cung cấp tải lớn, thời gian tự cung chỉ khoảng 20 miligiây, yếu tố giới hạn này quyết định qui mô của bộ dự trữ (ăcqui). Máy quay (động cơ/ máy phát) có đủ nguồn tự cung nhằm đối

phó với sụt áp. Cuối cùng, các bộ UPS có thể khử sụt áp và bảo toàn nguồn cấp điện khi cắt điện hoàn toàn.

Mất cân bằng

Biên độ điện áp xoay chiều được biểu thị bằng giá trị hiệu dụng của nó. Điện áp giữa dây pha và dây đất (trung tính) được gọi là điện áp pha, còn giữa hai pha bất kỳ gọi là điện áp dây. Điện áp dây bằng $\sqrt{3}$ lần điện áp pha trong hệ 3 pha cân bằng thông thường ($\sqrt{3}$ = 1,732). Hệ 3 pha có thể được xác định đơn giản bằng biên độ của 3 điện áp, dù là áp dây hay pha.

Tuy nhiên, nhằm xác định hệ hình sin ở trong trạng thái bất cân bằng, giá trị dòng và điện áp mỗi pha, trong trường hợp tổng quát, là tổng của 3 vectơ quay cấu thành. Ba thành phần của mỗi pha là:

- thành phần thứ tự thuận;
- thành phần thứ tự nghịch;
- thành phần thứ tự không.

Hệ 3 pha cân bằng chỉ bao gồm thành phần thứ tự thuận. Hệ không đối xứng là hệ không cân bằng; cả hai thành phần thứ tự không và thứ tự nghịch của nó thường hiện diện cùng với thành phần thứ tự thuận.

Nguyên nhân phổ biến của mất cân bằng là do mức tải khác nhau lên 3 pha. Tải mất cân bằng gây nên những điện áp mất cân bằng đặt lên động cơ 3 pha. Tổn thất lớn sẽ tăng lên trong rôto của động cơ và trong trường hợp mất cân bằng quá mức máy có thể bị phá hủy do quá nóng. Tải một pha (dùng điện áp dây) thông thường không bị ảnh hưởng ngược của việc mất cân bằng. Mất cân bằng một ít (0,5 - 1%) không tránh khỏi trong mạng hạ thế 3 pha 3 dây, và các tải còn có thể chịu mất cân bằng tới 2 - 3% .

Mất cân bằng điện áp được xem là quá mức (chẳng hạn > 2%) thì nên chỉnh mức cân bằng của tải theo pha. Nơi nào không thể cải thiện

sự mất cân bằng, ta có thể cải thiện tình hình bằng cách tăng mức sự cố của mạch có liên quan nhờ thay biến áp cung cấp.

Một biến áp phân phối trung bình (> 100 kVA) có điện áp ngắn mạch 5-6%. Máy biến áp đặc biệt có cuộn dây quấn xen kẽ có tác dụng giới hạn điện kháng tản nhằm tạo điện áp ngắn mạch khoảng 2%.

Điện áp ngắn mạch thấp có nghĩa là tổng trở nguồn thấp (có mức dòng sự cố cao hơn), tình hình này làm cải thiện cân bằng áp và (ngẫu nhiên) cải thiện dạng sóng điện áp (nếu sóng bị méo) bằng cách giảm phần hài của sóng. Một phương pháp mới làm giảm tình trạng mất cân bằng, mặc dù chi phí hiện còn rất cao, là lắp đặt bộ bù tĩnh. Bộ này gồm phần tích năng lượng trong cuộn dây hoặc tụ, và cung cấp năng lượng này cho hệ thống vào thời điểm thích hợp.

Một bộ lọc tích cực là một trong những giải pháp ưa chuộng nhằm giới hạn nhiễu xuất hiện từ lò hồ quang trong thời điểm khởi động.

Thay đổi tần số

Trên thực tế, mạng Châu Âu hoạt động như hệ thống vô cùng lớn với tần số được ổn định, dù tải thay đổi cũng không ảnh hưởng rõ rệt đến tần số. Trong những hệ thống tư nhân nhỏ hơn, và đặc biệt đối với những máy phát đơn, nơi có quán tính quay nhỏ và hệ điều chỉnh động cơ sơ cấp thường thô sơ, tần số sẽ thay đổi (trong giới hạn hợp lý) mỗi khi tải thay đổi đột ngột. Động cơ sơ cấp diesel ít ổn định hơn về tần số so với turbine. Những thay đổi tần số không làm nhiễu thiết bị điện tử quá mức. Bộ biến đổi điện dựa trên nguyên tắc chặt dòng sẽ vô cảm với thay đổi tần số. Mọi thiết bị hiện đại và các phần tử của nó có khả năng điều chỉnh hoạt động khi tần số thay đổi ±4% trong thời gian 10 ph. Chỉ những hệ thống cực lớn với máy biến áp hoạt động ở giới hạn bão hòa, khi điện áp hệ thống đạt giá trị lớn nhất có thể bị quá nóng trong điều kiện tần số thấp kéo dài. Động cơ xoay chiều (lệ thuộc tần số) sẽ thay đổi tốc độ tương ứng với sự thay đổi tần số. Mặt khác,

quán tính động cơ có khuynh hướng làm dịu những loại nhiễu đột ngột khác xuất hiện trong mạng.

Sóng hài

Tải phi tuyến bất kỳ (đèn huỳnh quang, cầu Graetz, lò hồ quang, v.v...) đều nhận dòng không hình sin từ mạng. Loại dòng này bao gồm thành phần hình sin theo tần số của hệ và được xem như thành phần cơ bản, và các thành phần hình sin khác gấp bội một số nguyên lần tần số cơ bản. Các thành phần đó được xem như thành phần hài. Thông thường trong hệ thống điện các thành phần hài này có tần số chỉ đến khoảng 40 lần, nghĩa là 2 kHz cho hệ 50 Hz và 2,4 kHz cho hệ 60 Hz. Nguồn điện cung cấp cho các mạch điện tử, cho các bộ điều chỉnh công suất dựa theo cầu Graetz và cho thiết bị chiếu sáng huỳnh quang đều có nhiều sóng hài.

Sự méo dạng sóng điện áp gây phiền hà cho những thiết bị liên đới; nó được biểu thị bằng phần trăm. Nó tỉ lệ thuận với thành phần hài của dòng và tổng trở của nguồn. Ảnh hưởng của sự méo đó làm tăng tổn thất nhiệt của động cơ. Trong lĩnh vực ADP, độ méo 5% có thể được xem là bình thường. Mọi linh kiện điện tử có thể chịu được độ méo tổng, gồm cả những sóng hài giao thoa, ít nhất 8%. Dòng hài giao thoa có tần số không phải là bội số nguyên của tần số cơ bản (nghĩa là của hệ). Người ta phân biệt các sóng hài giao thoa "thực" sinh ra tại những tần số rời rạc và những sóng hài tạo nên phổ liên tục.

Sóng hài đánh số chẵn chỉ được tạo ra do bộ chỉnh lưu không đối xứng và dòng tải có chứa thành phần một chiều. Thành phần này có thể bão hòa biến áp cung cấp điện. Hầu hết tải phi tuyến (biến áp bão hòa, đèn ống huỳnh quang, mạch cung cấp điện sử dụng kỹ thuật chặt dòng, v.v...) chỉ tạo ra sóng hài lẻ.

Tải cân bằng 3 pha được cung cấp qua hệ 3 pha 3 dây (tức là không có dây trung tính) không tạo ra dòng điều hòa bậc 3 hoặc bội 3. Cầu Graetz hay bộ điều chỉnh sáu pha điều khiển bằng thyristor là

những nơi tạo ra nguồn dòng, và thực tế chúng không lệ thuộc vào độ méo điện áp. Dòng hài bậc 3 và bội số của chúng (gọi là dòng "bội số 3"), khi được tạo ra trong các pha của hệ 3 pha 4 dây, gây nên vấn đề đặc biệt. Trong đó, vì lệch pha bằng 0 (nghĩa là đồng pha với nhau), chúng cộng lại theo cách số học và đi qua dây trung tính. Vì lý do này, ở tần số 150Hz dòng trong dây trung tính có thể lớn hơn dòng chạy trong dây pha trong các trường hợp xấu nhất. Khía cạnh này cần được nhớ kỹ khi tính nguồn cho tải ADP và tải gồm những đèn huỳnh quang. Nếu không có dây trung tính, tức là hệ 3 pha 3 dây, thì dòng điều hòa bậc 3 không thể qua được. Tuy vậy, một biến áp với cuộn sơ cấp nối theo hình tam giác sẽ cho các dòng này lưu chuyển trong cuộn sơ cấp – điều này làm giảm méo sóng điện áp. Giảm tổng trở của nguồn không phải lúc nào cũng hữu hiệu để giảm độ méo: các tụ điện hiệu chỉnh hệ số công suất có thể gây rắc rối nếu cùng với tổng trở của nguồn (chủ yếu là cảm kháng) phối hợp tạo ra mạch cộng hưởng (hoặc cộng hưởng một phần) tại một trong những tần số hài hay hài giao thoa. Phối hợp song song của điện cảm L và điện dung C có thể tạo ra tổng trở cao ở tần số cộng hưởng, đặc biệt trong những thời kỳ tải yếu. Vì vậy, độ méo có thể trở nên quá lớn do hiệu ứng khuếch đại của cộng hưởng.

Bộ lọc hài là mạch nối tiếp LC nối song song với nguồn và hoạt động như ngắn mạch dòng tại tần số cộng hưởng. Tụ và cuộn cảm phải có khả năng chịu được giá trị lớn nhất của dòng hài, và tụ phải chịu được điện áp hài tăng cao cộng với điện áp hệ thống ở tần số thường. Cuộn cảm được chỉnh nhằm tạo ra kết hợp cộng hưởng ở đúng tần số hài đang xét. Nó không được bão hòa hay quá nóng. Công suất của bộ lọc hài thay đổi tùy theo kích cỡ của hệ thống điện, từ vài kVAr đến nhiều MVAr.

Một vấn đề với bộ lọc hài là các tần số cộng hưởng của chúng thay đổi từ điểm này đến điểm khác trong mạng theo cảm kháng của cáp. Dây càng dài thì tần số cộng hưởng của bộ lọc càng thấp. Hơn nữa, nên

kiểm tra việc phân dòng trong một số bộ lọc song song là có thỏa không.

Những phương pháp hiện đại giới hạn độ méo là sử dụng bộ lọc tích cực. Các bộ lọc này là bộ nghịch lưu dựa trên kỹ thuật PWM (Pulse Width Modulation - điều biến độ rộng xung) cùng với việc tích trữ năng lượng phản kháng.

Vai trò của bộ lọc tích cực, được kích hoạt bởi hàm sai số, là cung cấp vào mạng một dòng hài vừa đúng bằng dòng hài được tạo ở phía sau nhưng ngược pha. Nguyên tắc hoạt động giống như ở bộ bù tĩnh, nhưng với tần số đóng cắt cao hơn nhiều. Bộ lọc tích cực có thể dùng bù không chỉ cho các hài bậc cao bậc thấp, mà còn cung cấp công suất phản kháng (Var) và chống điện chập chờn; vấn đề đơn giản ở đây là định kích cỡ của bộ lọc.

Quá điện áp

Quá điện áp ảnh hưởng đến các mạng cung cấp điện công nghiệp trong chế độ vi sai (giữa các pha) có thể xuất hiện vì nhiều nguyên nhân.

Việc nạp điện của các bộ tụ điện có thể tạo ra quá điện áp nhất thời với mức năng lượng vài trăm Joule. Điện cảm của hệ thống điện và điện dung của bộ tụ điện hoạt động như mạch LC nối tiếp. Mạch này dao động nhất thời ở tần số tự nhiên của mình, thường dưới 1 kHz. Giá trị đỉnh đầu tiên (tổng điện áp đỉnh quá độ và điện áp đỉnh của hệ thống) có thể gần gấp đôi giá trị điện áp đỉnh của hệ thống điện, nói cách khác, giá trị đỉnh quá độ có thể đạt mức gần bằng giá trị đỉnh của hệ thống điện. Nguyên nhân thứ hai của quá điện áp có thể xảy ra là cầu chì kiểu dây bị đứt. Việc bất ngờ xả năng lượng từ, được tích tụ trong điện cảm của hệ thống điện, có thể lên đến hàng ngàn Joule, và năng lượng này, khi chuyển sang dạng tĩnh điện trong điện dung của hệ có thể tăng điện áp đến mức đủ để làm hư hỏng thiết bị liên quan. Ảnh hưởng này giảm nhiều nếu sử dụng cầu chì ống hoặc với máy cắt.

Bất kỳ thao tác nào trong hệ truyền tải điện (đóng hoặc mở máy cắt, cầu dao, v.v...) đều gây nhiễu vận hành. Việc đóng dây truyền tải điện được đặc trưng lan truyền sóng áp. Sóng này (với tốc độ xấp xỉ của ánh sáng) lan truyền và phản xạ lại dọc theo đường dây, gây ra hiện tượng đúp (nhân đôi) điện áp.

Tần số của dao động ngắn hạn tắt dần nhanh này thay đổi trong khoảng 10 kHz và 1 MHz. Hiện tượng này xảy ra khi tích năng lượng cho tụ, nhưng trong trường hợp này tần số cao hơn nhiều (lệ thuộc chiều dài đường dây), còn mức năng lượng lại thấp hơn. Nguy hiểm hư hỏng do hiện tượng này ít hơn nhiều so với khi quá điện áp một thời gian dài, nhưng khả năng hoạt động sai lạc lại lớn hơn.

Quá điện áp ít ảnh hưởng đến các thiết bị điện, nhưng có thể gây nhiễu, làm yếu và cả phá hủy thiết bị điện tử. Quá điện áp hạ thế trong chế độ đồng pha không ảnh hưởng gì đến mạch cung cấp dùng dây cách ly về điện, miễn là chất điện môi cách ly có thể chịu được quá điện áp đó mà không bị chọc thủng. Ở điện áp cao hoặc trung, chủ yếu là do thành phần theo chế độ đồng pha, quá điện áp có thể gây nhiễu (giao thoa) cho các hệ thống điện tử có độ nhạy cao. Giải pháp rất đơn giản: lọc từng thiết bị so với vỏ (cấu trúc kim loại) của thiết bị đó.

Kỹ sư lắp điện thực tế chỉ có một cách bảo vệ hệ thống chống lại quá điện áp là lắp các thiết bị hạn chế quá áp cho mạch cung cấp. Quá điện áp xuất hiện trong các mạng phân phối hạ thế công cộng, về mức năng lượng, thấp hơn so với những gì xảy ra trong mạng công nghiệp dòng lớn: năng lượng trong mạng công cộng hiếm khi vượt quá 100 Joule. Trường hợp nguy hiểm duy nhất là bị sét đánh đường dây gần mạng đang xét.

Những bộ chống sét quá áp sử dụng điện trở phi tuyến (varistor) có mức phân tán năng lượng cao cho phép bảo vệ hữu hiệu mọi hệ thống hạ áp và thiết bị lắp sau điểm đặt bộ này.

Hỏng hóc diện trở phi tuyến oxyt kẽm sẽ làm cho dây cầu chì nhiệt (nối tiếp với nó) đứt, và làm mở mạch, nhờ đó tránh ngắn mạch với đất do sự cố hoặc do hư hỏng bộ chống sét. Cáp ra từ thiết bị này cần được nối theo đường ngắn nhất đến vỏ của tủ phân phối, tức là đến thanh nối đất chung, và không nối với điện cực đất (thường ở quá xa). (xem mục L 1.4).

2.1.3. Nhiễu cao tần do cảm ứng

Ở tần số cao (HF), thông thường là trên 1 MHz, hiện tượng nhiễu trở nên phức tạp hơn nhiều. Các dây dẫn điện sẽ trở thành ăngten, và trường điện từ, ngay cả khi còn yếu, đã gây ra nhiễu đáng kể làm mọi dây đều bị ảnh hưởng, và đôi khi có thể có cộng hưởng, v.v... Hiện tượng cao tần là nghiêm trọng, thường xảy ra, khó phân tích và là nguyên nhân cho việc xem xét lại những kinh nghiệm thực tế về lắp đặt dây cáp điện tử.

Điện cảm của dây gây vấn đề quan trọng hơn nhiều ở tần số cao so với tần số thấp. Điện cảm dây của bất kỳ cấu trúc dẫn điện nào theo đường gần thẳng vào khoảng 1 μH/m. Ngoài ra, sự nối kết có chiều dài quá 1/30 bước sóng thực sự không thể bảo đảm đẳng áp giữa hai vật thể nối nhau. Lớn hơn λ/30, dây dẫn trở thành ăngten bức xạ, nhưng nếu bức xạ, nó không còn đúng là dây đẳng áp. Bước sóng λ tương ứng với tần số 1 MHz là 300 m. Khoảng cách giữa bất kỳ thiết bị nào và thanh tiếp đất chính thường lớn hơn 10 m nên có thể suy luận rằng bản chất và chất lượng của việc nối đất không quan trọng tại tần số cao hơn 1 MHz. Một phát biểu đơn giản là: dây dẫn lớn thì tốt, nhưng dây ngắn lại tốt hơn. Trên thực tế, nhiễu cao tần (HF) do truyền dẫn theo chế độ đồng pha qua cáp được xem là vấn đề cơ bản cho các chuyên gia về EMC. Việc giảm nhiễu theo chế độ đồng pha ở HF qua cáp có thể đạt được bởi một trong những cách sau:

1 - hiệu ứng suy giảm: giảm chiều dài kết lưới bằng dây dẫn đẳng thế các vỏ, và /hoặc cáp có bọc;

2 - bộ lọc giữa các dây dẫn và vỏ cơ của mỗi thiết bị;

3 - cuộn lõi ferrit trên cáp "có vấn đề".

Một mạch điện tử, thí dụ như bảng mạch vi điện tử, v.v... không bao giờ được cho "trôi" so với vỏ kim loại, một điều kiện cần tránh với bất kỳ giá nào khi có nhiễu HF. Những điện dung tự nhiên (gọi là "ký sinh") trong thành phần bản mạch có giá trị nhỏ, ít hơn một pF, có thể đủ để gây ra nhiễu cho mạch điện tử. Nhằm giới hạn sự thay đổi nhanh điện áp giữa mạch điện tử và môi trường của nó, người ta nối đầu 0V (điện áp chuẩn) của bộ lọc đến vỏ bọc kim loại, dù được nối đất hay không, cũng là biện pháp ngừa rất tốt.

Xung gai HF

Dải tần số thường gặp nhiều rắc rối nhất về bức xạ lẫn bảo vệ chống lại năng lượng bức xạ là dải VHF (tần số rất cao) từ 30 đến 300 MHz, còn gọi là dải "sóng mét". Hầu hết mọi hồ quang điện, tia lửa, phóng tĩnh điện và khởi động tiếp điểm (như tiếp điểm, tiếp điểm tạo hồ quang điện trong ống đèn huỳnh quang, hoạt động của máy cắt và các thiết bị đóng cắt khác trong hệ cao, trung áp) tạo ra những xung điện (xung gai) bức xạ và truyền dẫn theo chế độ đồng pha. Phổ bức xạ bao trùm cả dải VHF nói ở trên. Biên độ xung dòng HF có thể đạt tới đỉnh có giá trị vài chục ampe. Mạch số đặc biệt yếu với những xung gai này. Tuân theo đúng tiêu chuẩn miễn nhiễm IEC 1000-4-4 là biện pháp nên làm nhằm đạt được mức bảo vệ và EMC thỏa đáng cho hệ thống điện.

Nhiễu HF thường xuyên

Các bộ biến tần, bộ điều khiển bằng điện tử điều chỉnh tốc độ, cầu Graetz và chổi quét của động cơ cũng tạo ra nhiễu HF chế độ đồng pha. Giá trị cực đại của nhiễu có thể đạt đến một và trên 1 A. Có một giải pháp là lắp đặt bộ lọc hiệu quả tại nguồn cung cấp và /hoặc tại vật bị nhiễu. Giải pháp khác là sử dụng cáp điện có vỏ chắn bảo vệ, được nối đất ở hai đầu. Đối với những nguồn gây nhiễu lớn, nên tạo một

mạng lưới liên kết đẳng thế mọi vật thể xung quanh nguồn gây nhiễu, đặc biệt là mọi đường cáp kim loại, đường ống, khay cáp, v.v...

2.2 Bức xạ

Năng lượng điện truyền không chỉ qua dây dẫn mà còn có thể truyền trong không gian không có vật chất dẫn điện. Loại truyền dẫn này gọi là trường hay sóng điện từ, hoặc sóng Hertz. Sóng này gồm cường độ điện trường E tính bằng V/m, và cường độ từ trường H tính bằng A/m. Những trường bức xạ này khi gặp dây dẫn (hoạt động như ăngten thu) gây ra sức điện động và dòng ngắn hạn trong vật dẫn, nghĩa là dạng nhiễu do truyền dẫn. Đối với các mạch cáp, nhiễu này theo chế độ đồng pha. Do đó có thể bảo vệ chống lại các trường bức xạ này bằng cách đặt vào lồng Faraday hoặc (rất thường gặp) bằng bộ lọc kiểu thông thấp (low-pass).

2.2.1 Từ trường tần số thấp

Ở tần số thấp, chỉ từ trường là có thể gây nên vấn đề khó khăn. Dù là xung (ngắn mạch, sét, đèn flash điện tử, v.v...) hoặc liên tục, nhìn chung từ trường được tạo ra ở rất gần thiết bị chịu ảnh hưởng. Việc đo cường độ trường này cần có dao động kế và đầu dò (thử). Từ trường tần số thấp không lan truyền, nhưng tồn tại ở gần nguồn phát sinh (chẳng hạn biến áp hoặc động cơ cảm ứng) và cường độ trường giảm rất nhanh theo khoảng cách từ nguồn ra theo công thức $1/D^3$.

Ở khoảng cách lớn hơn, độ giảm chậm lại và đạt mức $1/D^2$. Giá trị này thường được dùng khi tính toán từ trường quanh thanh cái hoặc đường dây trên không. Cường độ từ trường của dòng với đường về ở vô cực (như do sét) giảm theo $1/D$. Những nguồn từ trường mạnh là dòng thứ tự không trong cáp cung cấp theo sơ đồ TN-C. Các mạch vòng được tạo ra giữa các dây pha và dòng từ dây trung tính (đi qua liên kết đẳng thế) đôi khi rất lớn: dòng này có thể đạt đến vài ampe. Vì lý do này, sơ đồ TN-C (trong các cao ốc) là không tốt, và được mô tả trong hình F14

chương F, phần tài liệu chính. Khi bị ngắn mạch, nhiễu rõ ràng là lớn hơn tùy theo biên độ dòng sự cố.

Hậu quả thường thấy nhất của từ trường tần số thấp là méo hình ảnh của ống phóng catôt (CRT) - (hình ảnh nhảy và lượn sóng, và cả đổi màu). CRT không được che chắn về từ, kính hiển vi điện tử, quang phổ lượng kế hoặc đầu đọc từ chịu được đến 1 A/m ở LF. Hơn nữa, mạch vòng "ký sinh" được tạo nên qua các liên kết đẳng áp vào vỏ (thường thấy) sẽ đi kèm điện áp tương ứng. Che chắn từ khỏi trường từ rất khó ở tần số nhỏ hơn 10 kHz. Giải pháp tốt nhất và đơn giản là đặt thiết bị nhạy cảm ra khỏi phạm vi của trường gây hại. Che thiết bị nhạy cảm bằng vỏ giáp từ dày có thể làm giảm cường độ trường khoảng 10 lần.

2.2.2 Trường điện từ HF (cao tần)

Ở tần số cao, điện trường và từ trường hợp nhất lại thành sóng điện từ trong không gian. Ở xa hơn một phần sáu chiều dài sóng từ nguồn điểm, tỉ lệ E/ H tiến đến giá trị $120\pi = 377\ \Omega$. Do đó chỉ cần cho một thanh phần là đủ để suy ra giá trị của cường độ điện từ trường. Nhiều thiết bị, máy móc công nghiệp, khoa học hoặc y tế sử dụng tần số vô tuyến, thường trong khoảng 1 MHz đến 3 GHz. Các máy phát sóng vô tuyến có công suất bức xạ năng lượng trong khoảng từ vài miliwatt trong những thiết bị điều khiển sóng vô tuyến đến vài megawatt cho hệ rađa.

Điện đàm (máy bộ đàm) là thiết bị có thể truyền sóng gần thiết bị điện tử. Đó là nguồn nhiễu, đặc biệt đối với mạch tương tự công suất thấp. Cách hữu hiệu nhằm giảm cường độ trường truyền sóng vô tuyến, nhìn từ góc độ của thiết bị điện tử nhạy cảm, là sử dụng ăngten càng xa thiết bị càng tốt, và đặt ở độ cao lớn nhất có thể. Vì nguyên tắc này không thể áp dụng cho bộ phát sóng di động, việc sử dụng chúng nên hạn chế ở nơi đủ xa thiết bị nhạy cảm nhằm đảm bảo các thiết bị này hoạt động bình thường.

Thiết bị điện tử rất ít khi bị ảnh hưởng khi cường độ điện trường nhỏ hơn 1 V/m. Tuy nhiên, chúng thường không thể chịu được cường độ trường vượt quá 10 V/m. Khoảng tần số gây tác động nguy hại nhất lại cũng ở trong dải VHF. Ở HF, dòng theo chế độ đồng pha trong cáp luôn tạo ra sóng bức xạ. Trường hợp tương hỗ là đúng, tức là sóng HF xuất hiện sẽ tạo ra dòng theo chế độ đồng pha trong cáp. Các phương pháp bảo vệ chống trường HF cũng giống như dùng chống lại nhiễu truyền dẫn ở cùng tần số. Hiệu ứng suy giảm của cáp mang dòng HF do kết nối theo chế độ đồng pha là vấn đề chính của EMC.

3. Đi cáp cho thiết bị và hệ thống

Thường chỉ cần áp dụng một số quy tắc đơn giản để đi cáp cho một hệ thống điện tử cho đúng hoặc sửa chữa một hệ thống không đạt yêu cầu. Kinh nghiệm cho thấy yếu tố quan trọng nhất là cần hiểu biết hiện tượng và nhận ra giới hạn của chúng. Điều cần thiết là phải tuân theo các qui tắc thông thường để lắp đặt và đi cáp cho đúng. Đó là cái giá phải trả để tạo EMC trong các hệ thống điện tử hiện đại. Nhiều ứng dụng thành công ở tần số thấp lại có trục trặc ở tần số cao. Một số kiểu đi cáp có thể tin cậy được. Nối liên kết các nối đất không làm việc trên công trường là một ví dụ. Các yếu tố luôn tỏ ra có lợi có thể xem như là một tiêu chuẩn thực tế.

3.1. Nối đất

Các khái niệm "nối đất", "điện cực đất", "bản nối đất", "cọc nối đất" luôn đồng nghĩa với vật dẫn điện chôn dưới đất, và tiếp xúc chặt chẽ với đất. Từ vỏ (mass) có nghĩa là các phần kim loại của thiết bị có điện hoặc không, (ví dụ như ống nước) mà trong điều kiện thông thường không có điện. Các dây liên kết các vỏ cũng được coi là vỏ (mass). Mặc dù các vỏ (mass) trong hệ thống hạ áp thường được nối đất, hai từ "đất" và các khái niệm tương đương đã nói ở trên không được lẫn lộn với "mass". "Mass" còn được gọi là "ground" ở một số nước.

3.1.1. Vai trò của nối đất

Vai trò cơ bản của nối đất là duy trì tất cả các vỏ (mass) trong hệ thống có điện áp gần bằng không, bất chấp nguồn có nối đất hay không. Điều này đạt được trong một lưới có thiết kế đúng, bất kể điều kiện sự cố (sẽ nâng thế của vỏ lên) xảy ra trong các mạch hay trên lưới cung cấp hoặc lưới hạ thế, hay các nguồn ngoài. Do đó vai trò của nối đất là bảo vệ cho người chống bị nguy hiểm điện giật. Mức độ nghiêm trọng của điện giật tỷ lệ với dòng chạy qua người và đường điện chạy qua người. Các qui tắc bảo vệ chống điện giật của IEC xác lập giới hạn điện áp an toàn (còn được gọi là điện áp giới hạn qui ước). Nếu vượt quá giá trị này, các vỏ được coi là nguy hiểm. Đối với hệ thống điện 50 Hz và 60 Hz giá trị nguy hiểm là 50 V cho nơi khô ráo và 25 V cho nơi ẩm ướt như nhà tắm, phòng giặt (xem chương L để biết thêm chi tiết). Người ta hiểu rằng khó có thể đạt được điện trở tiếp xúc thấp của điện cực nối đất. Hơn nữa giá trị này ít khi là hằng số, và tùy thuộc nhiều vào độ ẩm của đất (vốn thay đổi theo mùa). Một yếu tố quan trọng để duy trì an toàn cho người trong trường hợp điện trở nối đất cao là khái niệm đẳng áp. Nếu tất cả các vỏ có thế chung (thậm chí thế này là nguy hiểm) và đất nền ở cùng áp đó, một người có thể chạm tất cả các vỏ cùng lúc mà không nguy hiểm. Đó là lý do tại sao các thiết bị điện nhà với dây dẫn dài (máy xén hàng rào, cắt cỏ, v.v...) dành cho người sử dụng rời xa môi trường đẳng áp trong nhà phải đạt mức cách điện loại II (có nghĩa là cách điện đôi).

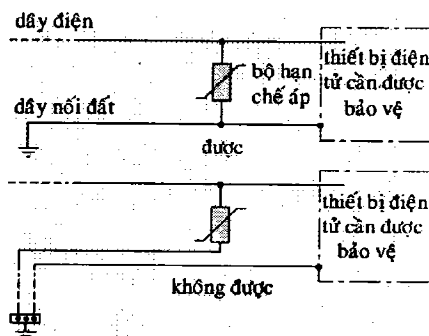
Dòng rò thường (không có cách điện nào là hoàn hảo) cũng gồm dòng điện dung rất nhỏ từ dây xuống đất. Các dòng này và dòng ngắn mạch xuống đất chủ yếu chạy qua dây bảo vệ PE (sọc màu xanh và vàng) và trở về trạm nguồn qua đất (hệ thống TT) hay qua đường đất và (chủ yếu) qua dây trung tính song song (hệ thống TN). Do đó trong trường hợp hệ thống TN thực tế tất cả các dòng sự cố (và rò) về lại nguồn qua dây trung tính, điện trở điện nối đất ở đây không quan trọng (trừ phi nó được nối với bộ chống sét). Để bảo vệ thiết bị điện tử, các

P.LỤ

dòng đồng pha đi từ cáp ngoài, trước khi vào nhà, nên được tỏa xuống đất tại điểm vào. Chỉ cách ly hóa thôi không đủ, khả năng chịu quá áp của biến áp cách ly hóa chỉ được 10 kV. Giá trị này không đủ trong những ngày có bão điện lớn.

Việc lắp đặt các thiết bị hạn chế áp phi tuyến là trở nên cần thiết. Tất cả các ống kim loại, ống dẫn, khay cáp, v.v.. phải được nối đất trước khi vào nhà. Điều này có thể tránh sự lưu thông của dòng (từ ngoài nhà) vào dây nối các vỏ.

Lắp đặt các thiết bị bảo vệ quá áp phải được tiến hành với tổng trở chung giữa mạch bên ngoài và mạch cần được bảo vệ đạt giá trị nhỏ nhất. Chiều dài dây dẫn nối tiếp với bộ hạn chế áp phải ngắn tối thiểu. Lúc đó điện áp "dư" nhìn từ thiết bị được bảo vệ sẽ không phụ thuộc vào tổng trở nối đất. Thậm chí khi đất "không tốt" ta vẫn có thể bảo vệ thiết bị chống quá áp ngoài một cách hiệu quả: chỉ cần nối bộ hạn chế điện áp với vỏ của thiết bị bằng dây cáp ngắn nhất.



Hình EMC-5. Bộ hạn chế áp cần được nối với vỏ (không nối với đất).

Khi bộ hạn chế áp nối trực tiếp vào dây nối vỏ, điện trở nối đất không quan trọng. Sét đánh trực tiếp vào đường dây cung cấp gần lưới điện đòi hỏi phải tản dòng sét 10 kA tới 100 kA, phần lớn đi vào đất

qua bộ chống sét cho đường dây ngoài lưới. Quá áp bên trong lưới hạ áp khi có chống sét bên ngoài ít khi vượt quá 6 kV trong trường hợp quá áp khí quyển.

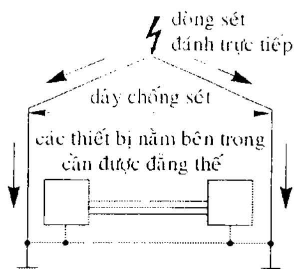
Đối với đường dây truyền tải và phân phối cao, trung áp, dòng một pha chạm đất chạy trở về nguồn qua đất và qua dây chống sét nằm phía trên dây pha (nếu có).

Bảo đảm điều kiện đẳng thế trên mặt đất ở chân cột cao và trung áp và, quan trọng hơn, ở trạm (nguồn của dòng sự cố) là điều quan tâm đầu tiên của người thiết kế. Nguyên tắc nối đẳng áp này cũng được dùng cho hệ thống điện trong nhà.

Đất làm việc có nghĩa là dùng điện cực nối đất để chuyển dòng tải qua đất, có nghĩa là đường đất hoạt động như một dây dẫn. Có nhiều hệ thống điện trên thế giới dùng phương pháp này. Trong một số nước dòng d.c. được dùng như vậy để vận hành dịch vụ truyền fax. Cũng cần chú ý rằng, với dây điện thoại (dùng giấy làm cách điện) có mức dòng rò cao và sự đối xứng đáng ngờ thì một điện trở nối đất thấp cho phép chất lượng tín hiệu truyền được đảm bảo. Mặc dù biên độ tín hiện điện thoại thấp (mV hay nhỏ hơn 1 V) chất lượng cáp hiện đại vượt qua được các ràng buộc của một đất "tốt".

Tóm lại, bảo vệ an toàn cho người không phụ thuộc vào giá trị điện trở đất (*) mà cần thiết lập điều kiện đẳng thế của các vỏ mới là quan trọng. Do đó, một máy bay trong cơn bão từ không nguy hiểm cho hành khách, vì ở trong một vỏ kim loại đẳng thế hoàn hảo. Đối với người và súc vật, biên độ tuyệt đối điện áp không nguy hiểm, mà hiệu điện thế giữa các phần kim loại dễ chạm phải đồng thời mới là nguy hiểm.

(*) Mệnh đề này không đúng trong một số trường hợp, đặc biệt ở nông thôn, nơi một biến áp nhỏ cấp điện cho một cộng đồng biệt lập. Điện cực nối đất trung tính phải có điện trở nhỏ nhất có thể. Nếu không, gradien áp trên mặt đất có thể nguy hiểm trong khu vực gần điện cực nối đất khi có sự cố chạm đất. Súc vật thường bị chết vì lý do này.



Hình EMC-6. Lồng đẳng áp, có trị điện áp lớn khi có dòng sét .

Một thiết bị điện tử không bị ảnh hưởng bởi giá trị điện trở nối đất. Ở đây xấu nhất là nguy cơ quá áp từ cáp ngoài vào, nếu bảo vệ không đủ hay đi dây không đúng. Do đó vai trò của nối vỏ rất thiết yếu và quan trọng hơn là của nối đất. Yêu cầu duy nhất cho hoạt động thỏa đáng của thiết bị điện tử là có mức đẳng thế cao.

Rõ ràng là 2 hệ thống nối đất luôn kém đẳng thế hơn một hệ. Một hệ thống nối đất biệt lập, cho dù được đảm bảo là không nhiễu, luôn ảnh hưởng xấu đến tính đẳng thế và do đó đến an toàn của người và hoạt động thông thường của thiết bị nối kết với nhau. Hai hệ thống có điện cực nối đất trên cùng địa điểm nên được nối với nhau (lưu ý đây không phải là điện cực nối đất làm việc).

Trên thực tế, phải đảm bảo không có điện áp tiếp xúc khi làm việc trên mạng kết nối thiết bị điện tử giữa hai nhà (video, kiểm soát ra vào, mạng máy tính, thiết bị thông tin, tin học, v.v...) nếu hệ thống nối đất của chúng là không chắc chắn. Do đó khó mà có thể đảm bảo về sự đẳng thế của hai hệ thống nối đất biệt lập.

3.2. Các vỏ (mass)

Phần lớn trục trặc của thiết bị điện tử, đôi khi được gán cho lỗi phần mềm hay lỗi người thao tác. Thực ra đó là do mức đẳng thế không đủ giữa các đơn vị liên kết (đầu dò, card, bộ thao tác).

Có 2 điểm khác nhau giữa dây dẫn chôn dưới đất và dây nối vỏ. Dây chôn dưới đất sẽ phân tán các dòng chế độ đồng pha, nhưng nó thường quá xa thiết bị, nên không hiệu quả ở tần số cao. Dây nối vỏ trên mặt đất có 2 ưu điểm cho thiết bị điện tử, đó là: ở gần mạch và tiếp cận được. Tính đẳng thế của thiết bị và của vỏ là một mục tiêu cần đạt.

Chừng nào mà tín hiệu nhiễu còn lưu chuyển trong vỏ chứ không phải trong mạch điện tử, chúng là vô hại. Mặt khác nếu các vỏ không đẳng thế và ví dụ như nối đất hình sao (*), dòng nhiễu cao tần sẽ lưu chuyển qua bất kỳ đường nào, có nghĩa là qua đường cáp tín hiệu. Một số mạch do đó sẽ chịu nhiễu và thậm chí bị hư hại. Nối mạng các dây nối vỏ tạo ra một hệ thống kết nối gần có tổng trở thấp và là cách kinh tế duy nhất đảm bảo mức đẳng thế tốt để đặt tất cả thiết bị điện tử nhạy trong một kết cấu kiểu "lồng Faraday" (phòng được bao bọc bởi một lưới dây dẫn). Đây là trường hợp lý tưởng, nhưng thường không kinh tế. Theo định nghĩa, "vỏ" là bất kỳ vật dẫn nào có thể chạm với cơ thể người, bình thường không có điện, nhưng có thể có điện do có sự cố. Hai "vỏ" trong tầm với của người phải có hiệu thế, trong bất kỳ điều kiện sự cố nào, không vượt quá giá trị giới hạn do IEC qui định (U_L) (50 V cho chỗ khô và 25 V cho chỗ ẩm ướt cho hệ thống xoay chiều). Các giá trị này là giá trị giới hạn cho phép tồn tại lâu dài trong điều kiện cho trước của các tác động ngoài.

(*) Có nghĩa là bằng dây dẫn nối hình tia vào thanh nối đất chính giống như trong mạch hình sao.

Điện áp tiếp xúc nguy hiểm có thể tăng khi có sự cố nếu điện trở của dây dẫn đẳng thế lớn. Trong một số trường hợp, cần đặt thêm các

P.LỤ

dây dẫn đẳng thế phụ song song với dây đang có để đảm bảo tiêu chuẩn U_L. Cần chú ý rằng tiếp cận với hai vỏ là không được phép cho dù chúng thuộc hai lưới điện khác nhau, nếu chúng nối với hai hệ thống nối đất không kết nối với nhau.

Tuân thủ các qui tắc an toàn là bắt buộc nhưng chưa đủ để đảm bảo EMC thỏa đáng của hệ thống. Thực vậy, nguy cơ điện giật tồn tại do điện áp có giá trị cao xuất hiện giữa hai vỏ trong một thời gian đáng kể. Một thiết bị điện tử thường nhạy tại một giải tần số rộng, hay với các xung rất ngắn. Ví dụ như một lần phóng tĩnh điện, thường không có hại cho nguồn của nó nhưng vô cùng tai hại cho thiết bị điện tử. Nối đất theo hình tia đủ đảm bảo an toàn cho người nếu các tiêu chuẩn tương ứng được tuân theo, nhưng không đủ để bảo đảm an toàn cho hệ thống có thiết bị điện tử nhạy. Các thiết bị điện tử thường kết nối với các thiết bị khác để trao đổi thông tin. Cách tốt nhất đảm bảo cho hệ thống hoạt động tốt và bền là thiết lập một hệ thống đẳng thế trên toàn hệ thống điện.

3.2.1. Các mạch vòng vỏ và giữa các vỏ

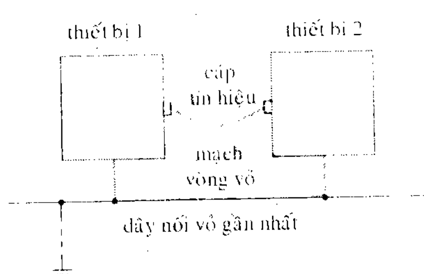
Mạch vòng vỏ là miền nằm giữa một dây cáp làm việc (cáp đo lường, cáp mạng nội bộ, cáp động lực, cáp điều khiển...) và dây nối vỏ (dây PE gần nhất). Do đó có bao nhiêu cáp sẽ có bấy nhiêu mạch vòng. Điều này là không thể tránh được dù các dây dẫn có được cách ly về điện hay không. Cách ly về điện giảm lưu chuyển của dòng tần số thấp mà không giảm diện tích của mạch. Một mạch vòng có thể dao động mạnh ở tần số cao, do đó các mạch vòng diện tích rộng là vấn đề chính trong EMC.

Nếu một dòng lưu chuyển quanh mạch vòng vỏ, một dòng theo chế độ đồng pha như vậy, có thể lồng nhiễu vào tín hiệu có ích (trong chế độ vi sai do chuyển từ chế độ đồng pha sang vi sai) hay làm nhiễu loạn lên mạch điện tử ở hai đầu.

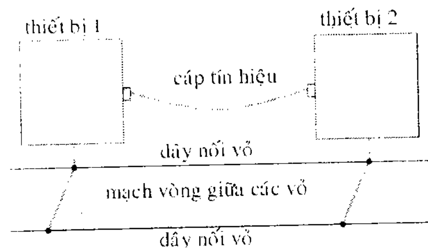
Nguy hiểm sẽ như nhau cho trường hợp bức xạ từ mạch vòng hay nhận nhiễu đối với mạch vòng. Các mạch điện tử đầu ra thường nhạy với nhiễu cũng như ở mạch đầu vào và khó lọc hơn. Các khu vực được bao bởi dây nối vỏ không nên lầm với "mạch vòng vỏ" nói ở trên. Nên cho các dòng nhiễu ký sinh lan truyền trong vỏ hơn là trong dây tín hiệu. Các mạch vòng giữa các dây nối vỏ này được gọi là "mạch vòng giữa các vỏ".

Nếu hai vỏ gần nhau không được nối lại, sự chênh lệch điện áp giữa chúng có thể lớn đáng kể. Nối trực tiếp chúng lại sẽ luôn cải thiện điều kiện đẳng thế. Ít nhất, các vỏ của các thiết bị hay trao đổi thông tin với nhau phải được nối lại bằng dây nối vỏ. Một cách đảm bảo hơn cho điều kiện đẳng thế là nối tất cả các vỏ lại cho dù chúng có trao đổi thông tin hay không.

Các mạch vòng vỏ hay còn gọi là mạch vòng đất không nên lầm với mạch vòng giữa các vỏ. Mạch vòng vỏ là không tốt và diện tích của chúng phải nhỏ nhất để giảm thiểu các tác động của trường nhiễu. Mặt khác, trên thực tế nên tăng số lượng và giảm diện tích của các mạch vòng giữa các vỏ. Sách lược này càng được triển khai, tình trạng đẳng thế càng được bảo đảm. Nối các vỏ lại thành một mạng liên kết luôn có lợi, cho dù bản chất của thiết bị thế nào đi nữa.

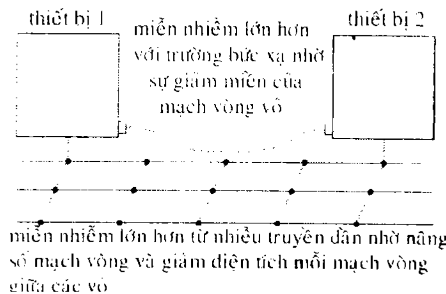


Hình EMC-7



Hình EMC-8

P.L

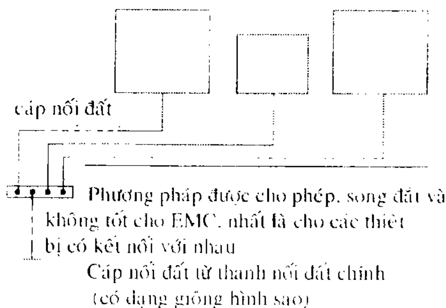


Hình EMC-9.

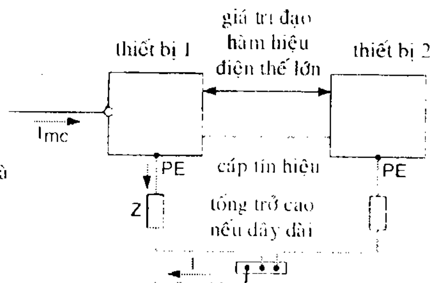
3.2.2. Sự thống nhất của mạng lưới vỏ

Vỏ phải đẳng thế một cách thống nhất. Có ba phương pháp nối vỏ duy trì sự thống nhất này:

1. Nối đất thành hình sao: mỗi thiết bị có dây đất riêng được nối cùng các dây đất khác vào một thanh nối đất duy nhất. Lý do của phương pháp đó rất đơn giản: khi một thiết bị có dòng chạy rò xuống vỏ, các thiết bị còn lại coi như ở thế của đất. Nhưng thế của đất không có ý nghĩa thực tế trong thiết bị điện tử, các thế hiệu là tương đối với nhau. Khái niệm điện áp "không" tuyệt đối (đất ở xa) là trừu tượng. Người ta thường cho rằng nối đất thành hình sao khắc phục được vấn đề tổng trở chung. Nhưng trên thực tế lại ngược lại. Nối đất theo sơ đồ sao



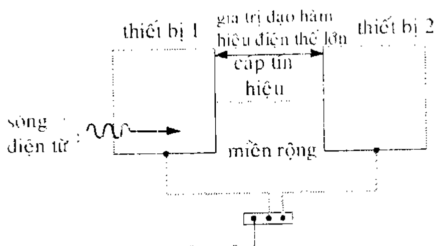
Hình EMC-10.



Hình EMC-11.

lại làm tăng tổng trở chung (tạo nên một điểm nối chung) giữa các thiết bị có nối kết với nhau. Nối đất theo sơ đồ sao có thể tạo tổng trở chung giữa hai thiết bị có nối kết với nhau.

Đôi khi người ta cho rằng nối đất theo sơ đồ sao có thể triệt tiêu các mạch vòng vỏ. Nhưng giữa hai thiết bị liên kết rõ ràng điều này không đúng: diện tích của mạch vòng vỏ có thể rất đáng kể. Một trường điện từ, ví dụ như do phóng điện sét, sẽ cảm ứng một điện áp trong mạch vòng vỏ lớn hơn so với các phương pháp nối đất khác. Phương pháp nối đất hình sao này đã và đang chỉ dùng cho thiết bị cô lập. Nó chỉ được dùng cho hệ thống điện tử tương tự với các cảm biến trôi và các mạch điện tử hoàn toàn cô lập. Các trường hợp như vậy ngày càng hiếm.



Hình EMC-12.

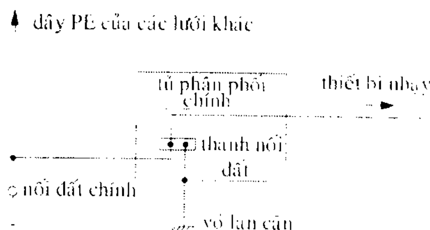
Cùng sự phổ biến của việc truyền dữ liệu đi xa, mạng nội bộ có dùng chung thiết bị ngoại vi và có chung sự trao đổi tín hiệu giữa các thiết bị, do đó phương pháp nối đất hình sao phải được loại bỏ. Hơn nữa cho dù nối đất của mỗi thiết bị bằng một dây dẫn là không có hại, đó vẫn là một phương pháp đắt tiền đòi hỏi tốn đồng và giờ công lắp đặt.

Có thể áp dụng nối đất hình sao để nối cáp giữa thiết bị và ổ cắm hay tủ phân phối điện gần nhất. Như vậy trong môi trường ADP cần dùng dây PE xanh - vàng nối mỗi thiết bị vào tủ điện chung đặt trong phòng. Từ thanh nối đất chung của tủ, một dây bảo vệ được nối tới điện

P.L

cực đất chính của lưới. Dây dẫn này có thể là dây chung cho các thiết bị khác, và có thể nối vào các vỏ lân cận.

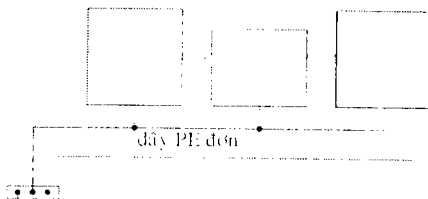
Thậm chí nếu một nguồn nhiễu mạnh được đặt trong cùng môi trường với thiết bị nhạy, một hệ thống nối đất riêng cho thiết bị này là có hại và không nên có. Tốt nhất nên cấp điện cho hai hệ không tương hợp bằng hai dây riêng từ nguồn điện. Trong bất kỳ trường hợp nào, nối kiểu lưới các vỏ lại là tốt hơn. Một lưới như vậy có lợi là tránh được các mạch vòng ngoài dự kiến. Những mạch vòng này có thể trở nên nguy hại nếu không được tính đến.



Hình EMC-13. Bố trí nối đất tốt.

Sơ đồ nối đất hình sao chỉ chấp nhận được cho lưới tần số thấp, vốn đã và sẽ là độc lập và cách ly với các lưới khác.

2. *Nối với dây PE gần nhất:* một dây bảo vệ duy nhất (PE) nối với nhiều thiết bị.

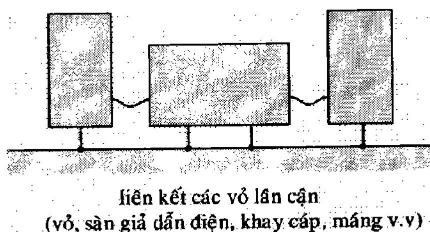


Hình EMC-14.

Bằng cách dùng sơ đồ đi cáp này, các mạch vòng sẽ có diện tích nhỏ và tổng trở chung giữa các thiết bị liên kết nhỏ hơn so với sơ đồ hình sao. Phương pháp tiết kiệm này cũng bảo đảm an toàn cho người. Dễ dàng chứng minh được rằng điện áp tiếp xúc giữa hai vỏ nối cùng vào một PE sẽ nhỏ hơn giá trị U_L. Rủi ro dùng cùng một dây PE để nối đất hai hệ thống, một nhiễu và một nhạy, là không thể bỏ qua. Mặc dù tổng trở thấp của dây PE và mức độ miễn nhiễm cao với nhiễu tần số thấp ở mode đồng pha sẽ cùng hạn chế nguy hiểm, nhưng chỉ dùng một dây PE không thể làm phân tán đường dòng cao tần do các nguồn mạnh sinh ra (đặc biệt là các bộ biến đổi công suất). Trong các trường hợp đó, cần đặt thêm dây PE dưới dang mạng lưới kết.

3. Đường nối ngắn nhất tới vỏ gần nhất

Phương pháp nối thứ ba này tốt hơn các phương pháp nói ở trên. Nó dựa trên nối mạng các vỏ lại. Các diện tích mạch vòng vỏ bị thu nhỏ lại tối thiểu và mức độ đẳng thế rất tốt.



Hình EMC-15.

Chú ý: về mặt an toàn cho người, kiểu nối dây cục bộ này nói chung không thay thế được các dây PE. Do đó nên tổng hợp phương pháp 2 (hay 1) cho an toàn cho người, và phương pháp 3 cho EMC.

Nối mạng các vỏ còn quan trọng hơn khi phạm vi lưới tăng lên, với các dây cáp liên kết dài, hay các thiết bị được bố trí ở các tầng khác nhau.

P.L

Nối mạng các vỏ không làm giảm lợi ích của việc cấp điện cho các thiết bị nhạy bằng các dây cáp riêng. Tuy nhiên điều này không đồng nghĩa với hệ thống nối vỏ kiểu hình sao. Ở tần số cao độ dài của các dây bảo vệ PE sẽ có tổng trở quá cao nên không thể đảm bảo tính đẳng thế. Ví dụ như, một dây PE dài 100 m không thể cho qua dòng lớn ở tần số quá 100 kHz. Chỉ riêng các dây PE và dây đất không đủ để đảm bảo EMC của hệ thống. Vậy ta cần phải đặt thêm các dây phụ và dây ngắn nối liên kết các vỏ.

Với các cáp PE, thậm chí dài, và nối tắt một đầu bởi lưới nối vỏ, việc bảo vệ người vẫn làm việc đúng ở tần số thấp. Không nên bỏ các dây liên kết các vỏ và dây bảo vệ cho dù chúng trở nên thừa do nối mạng quá kỹ (nối gần các thiết bị và tạo các mạng nối các vỏ). Dây PE không được coi là dây nối đất, mà chỉ là dây "kết nối đẳng thế" với chức năng chủ yếu là đảm bảo điện áp tiếp xúc không vượt quá giá trị cho phép.

Hơn nữa chỉ nên có một hệ thống nối đất trong một lưới điện, tương tự cho một lưới duy nhất các vỏ được nối với một hệ thống nối đất duy nhất. Nếu ta không theo nguyên tắc này, các vấn đề của EMC sẽ xảy ra qua các liên hệ không tránh khỏi giữa các lưới kế cận (điều khiển ra vào, video, báo động, kiểm tra an toàn, v.v...).

Trong thực tế bất kỳ vật dẫn nào cũng có thể dùng vào mạng đẳng thế của các vỏ: ống kim loại, ống nước, máng và thang cáp, kết cấu xây dựng (lưới, xà, thanh gia cố, v.v...). Một mạng lưới kim loại có liên kết như thế sẽ góp phần cải thiện tính EMC của hệ thống cũng như các biện pháp an toàn cho người. Bản chất các vật dẫn không quan trọng cho tính đẳng thế. Vật dẫn bằng sắt ở tần số cao có cảm kháng gần bằng vật dẫn đồng có cùng tiết diện và độ dài. Các kiểu liên kết tới vỏ bất kỳ và tới tất cả các vỏ trong nhà là được phép và được khuyến khích. Đơn giản hơn và hiệu quả hơn là nối tất cả các vỏ các loại thay vì giới hạn ở việc nối các vỏ của thiết bị chỉ của hệ thống điện và điện tử. Bằng cách này một lưới các nối vỏ được hình thành. Người ta ít

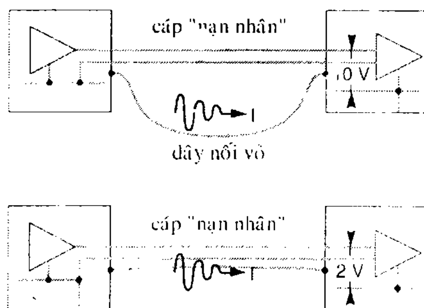
dùng một dây điện mà chỉ cần nối liên kết tất cả các ống kim loại, kết cấu xà, cốp pha tại càng nhiều điểm càng tốt v.v. Các giá lớn, khung hay kết cấu cứ cách quãng một mét lại được nối với lưới nối vỏ. Tóm lại, điều kiện đẳng thế hiệu quả này cho phép bất kỳ hệ thống điện tử nào cũng hoạt động tốt, đặc biệt cho cả các hệ thống số có gây nhiễu cao.

Cho dù để cải tiến chống nhiễu hay để giảm bức xạ từ các thiết bị trong lưới điện, việc nối vỏ dạng lưới đưa ra một giải pháp đơn giản tương đối rẻ và hiệu quả cho tần số lên tới vài chục MHz. Hệ thống lưới điện công cộng có lợi khi dùng hệ ba pha nối sao đó là do các dây cung cấp được cách ly điện với nhau. Cần hiểu rằng các yếu tố có lợi cho dây pha lại không cần thiết cho vỏ. Một dòng cao tần không thể dễ dàng đi qua dây pha; điều này chỉ xảy ra ở tần số thấp. Việc chia các dòng cao tần theo chế độ đồng pha đi qua mạng lưới vỏ chằng chịt đảm bảo an toàn cho cáp tín hiệu. Kinh nghiệm cho thấy khi hệ thống hoạt động tốt và không có nhiễu cao tần, bất chấp phương pháp kết lưới vỏ, thì lưới nối vỏ sẽ không ảnh hưởng xấu đến hoạt động của hệ thống, ngược lại nó còn cải thiện chất lượng của hệ thống. Ngoại trừ việc lắp đặt một lồng Pharaday đắt tiền, mạng lưới các vỏ là phương pháp thực tiễn duy nhất đảm bảo mức đẳng thế chống lại các loại nhiễu điện từ. Ý niệm về đẳng thế càng thu hẹp khi tần số tăng. Điều kiện đẳng thế ở tần số cao chỉ có thể đạt được nhờ sự lưu chuyển tự do đi mọi hướng của các dòng ở chế độ đồng pha.

Như vậy trong môi trường công nghiệp, nên nối tất cả các kết cấu dẫn điện với các phần dẫn điện lân cận của tòa nhà bằng dây dẫn ngắn nhất, và nếu có thể (ví dụ như trong nhà cao tầng) theo cả ba chiều. Đây là cách kinh tế nhất để cải tiến tính đẳng thế của hệ thống ở mọi tần số bất chấp các dòng có ở trong vỏ. Chỉ các thiết bị để bàn trong văn phòng và không nối vào mạng thì không cần phải nối vào lưới các vỏ mà phải tạo màn bảo vệ cẩn thận cho chúng.

3.3 Hiệu ứng suy giảm

Hiệu ứng suy giảm của một vật dẫn (vỏ) được định nghĩa là tỷ số của biên độ nhiễu ở chế độ đồng pha trên cáp tại vị trí cách xa các vỏ, với biên độ của nhiễu trên cùng dây cáp đó do cùng nhiễu đó nhưng ở gần vỏ trên suốt chiều dài của nó.



Hình EMC-16.

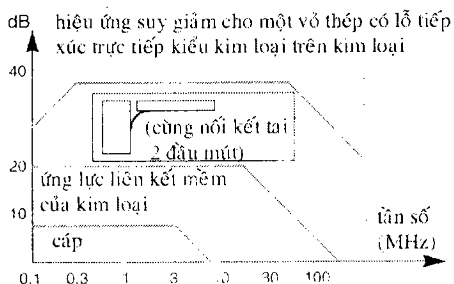
Hiệu ứng suy giảm là một trong các nhân tố quan trọng trong EMC vì nó có lợi và không quá đắt. Để trao đổi tín hiệu ở điều kiện tốt, nghĩa là nằm trong giới hạn nhiễu trong cáp tín hiệu, cần giảm kết nối kiểu chế độ đồng pha. Bất kỳ kết cấu kim loại nào ở gần, nghĩa là có tiếp xúc hoặc song song với cáp tín hiệu từ đầu này đến đầu kia, sẽ tạo ra hai điều lợi:

1. Tạo lưới nối vỏ có hiệu quả hơn: với dòng điện một chiều, vai trò của lưới là làm giảm điện trở giữa các vỏ chứ không tạo ra hiệu ứng màn chắn. Hiệu ứng điện của lưới nối vỏ không phụ thuộc vào khoảng cách giữa cáp tín hiệu và vỏ.

2 Hiệu ứng suy giảm (che chắn). Hiệu ứng này bổ sung cho những gì nói ở trên nếu thay từ "tổng trở" bằng từ "điện trở". Nó đạt được nhờ nối các thiết bị vốn được nối kết với nhau vào vỏ của kết cấu dẫn điện ở gần dây cáp tín hiệu. Lợi ích là có được một màn chắn hiệu quả nhưng không tốn tiền. Hiệu ứng suy giảm được coi là do hỗ cảm và

không có sự suy giảm nhiễu một chiều như nói ở mục 1. Cần nhớ rằng bất kỳ dây cáp nào cũng là một ăng ten rất tốt có dải tần rộng, đặc biệt là trong dải sóng mét. Để giảm khả năng bức xạ, chỉ cần một phương pháp đơn giản, hiệu quả, rẻ tiền là đặt dây cáp gần và song song với một kết cấu nối vỏ, nghĩa là gần dây nối vỏ, gần ống kim loại, gần kết cấu xây dựng v.v... Hiệu ứng suy giảm sinh ra do dây nối vỏ nằm cạnh cáp tín hiệu, được giải thích như sau: khi xuất hiện nhiễu điện từ, một dòng được cảm ứng trong dây nối vỏ. Dòng này, theo định luật Lenx, sẽ sinh ra một từ trường ngược với trường sinh ra dòng. Cáp tín hiệu gần dây nối vỏ do đó sẽ bị ảnh hưởng bởi hiệu của trường gốc và trường phản ứng của dòng trong dây nối vỏ. Trường tổng ảnh hưởng lên dây tín hiệu là trường dư và rõ ràng có cường độ thấp hơn trường gốc. Dây cáp nằm gần và dọc vỏ dẫn điện sẽ ít chịu ảnh hưởng của loại nhiễu nguy hiểm nhất: nhiễu của chế độ đồng pha.

Hiệu ứng suy giảm có thể hiệu quả hơn bằng cách sử dụng vỏ kim loại bao bọc các dây dẫn cần bảo vệ. Bằng cách này một màng kim loại bao lấy dây cáp tín hiệu và nối vỏ. chúng sẽ bảo vệ dây bên trong ở tần số trên 1 MHz với hệ số suy giảm ít nhất là bằng 300. Rất khó và tốn kém để che chắn tất cả các liên kết trong hệ thống, nhưng thường dễ dàng lựa chọn đường đi của cáp để đảm bảo làm giảm nhiễu. Để tận dụng hiệu ứng suy giảm, ta chỉ cần đặt dây dẫn nằm trên các vỏ dẫn điện suốt toàn bộ chiều dài. Các vỏ đó phải được nối với nhau và với



Hình EMC-17.

P.LỤC

các kết cấu kim loại ở gần. Chất lượng (tổng trở thấp) của các kết lưới liên kết rất quan trọng. Tốt nhất là tiếp xúc trực tiếp kim loại với kim loại.

Sự dẫn điện liên tục từ đầu này tới đầu kia và sự nối vỏ đúng đắn tại hai đầu mút đảm bảo hệ số suy giảm đáng kể. Ta nên nối đường cáp vào kết cấu dẫn điện của tòa nhà cách quãng đều, dọc theo đường cáp. Hệ số suy giảm sẽ không nhỏ đi do các tiếp xúc giữa các vỏ này, mà còn cải thiện lưới vỏ. Trong một khay cáp đơn để giảm nhiễu qua lại, các cáp động lực và cáp của các bộ điều khiển tốc độ không được đặt cạnh cáp tín hiệu nhỏ.

Trong môi trường công nghiệp, lý tưởng nhất là nên đặt 3 khay cáp riêng biệt: một cho chức năng đo đếm, một cho điều khiển và chỉ thị, và một cho động lực.

Dây đồng có hệ số suy giảm bậc 5 nếu như nó được đặt song song một cáp tín hiệu được bảo vệ. Đó là một ưu điểm nếu ta đặt các cáp tín hiệu và các dây nối đất trong cùng một hào cáp (ví dụ như giữa hai tòa nhà). Điều này vẫn đúng nếu ta có tiến hành nối đất ở một nơi nào khác nữa. Luôn luôn có thể đặt một dây nối vỏ gần một dây cáp tín hiệu nhạy nếu cần. Dây nối vỏ lúc đó được gọi là "cáp bổ sung".

Cáp chôn dưới đất vốn có dòng ở chế độ đồng pha đi qua tạo nên một từ trường trong đất. Trường đồng tâm này tạo dòng Foucault trong đất và năng lượng từ trường bị tiêu tán dưới dạng nhiệt. Các dòng ở chế độ đồng pha bị cản bởi hiệu ứng này, vốn không giống với hiệu ứng suy giảm nói trên, nhưng tương đối giống như sự làm việc của một biến áp có phụ tải thuần điện trở. Việc tác động cản đó đặc biệt có tác dụng khi nhiễu do chuỗi lặp lại các dao động cản quá độ. Dòng Foucault trong đất sẽ làm tăng mức cản.

3.4. Các qui tắc lắp đặt và đi cáp

Để giải quyết phần lớn các vấn đề EMC, chỉ cần tuân thủ vài qui tắc đi cáp cơ bản. Yêu cầu thứ nhất là xác định dây cáp thuộc nhóm nào. Các loại dây cáp dưới đây bao gồm hầu hết dây cáp trong các hệ thống điện.

Nhóm 1. Mạch đo đếm (tín hiệu tương tự ở mức thấp) và nguồn cung cấp cho các đầu dò tương tự. Đây là nhóm cáp nhạy.

Nhóm 2. Mạch số. Nhóm này cũng nhạy (đặc biệt đối với xung và dao động bị cản). Nó cũng có thể gây nhiễu cho nhóm 1

Nhóm 3. Các mạch điều khiển và chỉ thị, bao gồm cả các rơle "all-or-nothing" (AON) - rơle đóng ngắt ON-OFF. Nhóm này sẽ gây nhiễu cho nhóm 1 và 2.

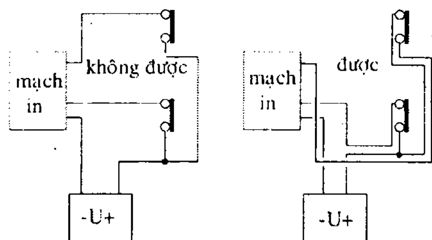
Nhóm 4. Cáp động lực. Đây là cáp động lực từ mạng điện công cộng hay từ nguồn phát riêng (ví dụ như nguồn điện sự cố). Dòng này có dạng xung (do các thiết bị điện tử công suất, chỉnh lưu, nghịch lưu, v.v...). Trong điều kiện vận hành bình thường, chúng sinh ra các áp và dòng cao tần trong và trên dây cung cấp. Các dòng và áp như vậy tạo nên một môi trường nhiễu đáng kể cho nhóm 1, 2 và 3. Ta nên dùng các màu khác nhau và dễ nhận biết cho các nhóm.

Qui tắc 1. Dây "đi" và "về" của bất kỳ mạch nào phải luôn luôn ở càng gần nhau càng tốt.

Qui tắc này cũng dùng cho dây cáp động lực cung cấp. Không dùng dạng hình tia cho hai mạch không cô lập và có trao đổi tín hiệu. Ngay cả cho tín hiệu của rơ-le đóng ngắt ON-OFF cần phải lắp với một dây đi chung để đi cặp với dây mang điện bằng ít nhất một dây cho mỗi cáp hoặc cho mỗi cáp đa lõi. Cho các tín hiệu tương tự và tín hiệu số ta dùng cáp hai ruột (hoặc hai dây dẫn)(cặp xoắn) để có phòng ngừa tối thiểu.

Qui tắc 2. Tất cả dây liên kết trong mạch, cáp, v.v... phải được nối với kết cấu đẳng thế trong hệ thống vỏ.

Biện pháp này nhằm lợi dụng hiệu ứng suy giảm và gần như không tốn kém. Cần kiểm tra sao cho các dây không dùng tới, cáp hay các ruột còn dư không bị di dời tùy ý trong thiết bị.



Hình EMC-18.

Qui tắc 3. Nên dùng dây cáp có bọc chắn cho các mạch dễ bị nhiễu và nhạy.

Cáp có bọc chắn giúp bảo vệ chống nhiễu cao tần, nếu nó được nối vỏ ít nhất tại mỗi đầu. Có thể đặt hai dây cáp khác nhóm song song nhau nếu có ít nhất một dây (hoặc cả hai) được bọc chắn và có nối vỏ hai đầu. Dây bọc chắn nếu được lắp đặt đúng không chịu tác động của hiệu ứng xuyên kênh.

Qui tắc 4. Chỉ các dây dẫn cùng nhóm mới được đi chung cáp hay chung bó cáp.

Đối với cáp dẹp nhiều sợi, các dây mang tín hiệu tương tự phải tách biệt với dây mang tín hiệu số nhờ ít nhất hai dây được nối vỏ vào thế chuẩn của mỗi bản mạch. Đối với dây dẫn tín hiệu số, một dây trong cặp dây của cáp dẹp nhiều sợi lại nối vào thế chuẩn ở mỗi đầu để hiệu ứng xuyên kênh cao tần giữa các tuyến có thể giảm xuống năm đến mười lần. Hơn nữa, rất nguy hiểm nếu dùng một cáp nhiều sợi liên kết các nhóm khác nhau. Trên thực tế khoảng cách giữa các cáp 30 cm là đủ để giảm hiệu ứng xuyên kênh tới mức cho phép. Việc giao chéo

hai cáp của hai nhóm khác nhau, sẽ giảm mức tương hỗ thấp nhất nếu góc giao chéo ở 90^0. Do đó điều này cần được thực hiện thường xuyên.

Qui tắc 5. Tất cả dây dẫn không dùng tới của nhóm 2 và 4 phải được nối vỏ ở hai đầu.

Bằng cách này hiệu ứng suy giảm có thể đạt hệ số lớn hơn hai. Các mối nối vỏ này phải cho phép dễ dàng tháo bỏ nếu trong tương lai ta cần dùng các dây này. Đối với nhóm 1 (ở điện áp và tần số thấp) kiểu nối này có nhiều bất tiện và không nên dùng. Nhiễu ở tần số công nghiệp có thể tạo nên các nhiễu xấu.

Qui tắc 6. Cáp nhóm 4 không cần bọc chắn nếu chúng đã được lọc.

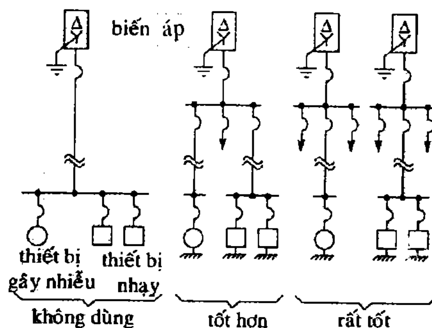
Thông thường cần lọc cáp động lực tại điểm đi vào thiết bị. Mặt khác rất khó lọc cáp động lực cho các bộ điều khiển đổi tốc đặc biệt khi có dòng đỉnh lớn. Lúc đó cần bọc chắn cáp bằng vỏ giáp kim loại mềm hay bằng một ống kim loại dài liên tục và được nối vỏ hai đầu. Trường hợp ngược lại cũng đúng: Dây cáp được bọc chắn kỹ không cần lọc. Dây cáp tín hiệu bọc chắn thực sự không bị nhiễu từ các dây cáp động lực lân cận.

Qui tắc 7. Các thiết bị gây nhiễu phải được cấp điện riêng biệt.

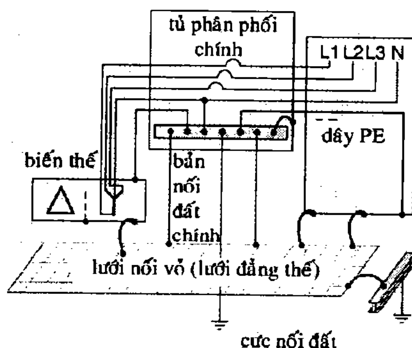
Qui tắc này sẽ giảm thiểu nhiễu ở chế độ vi sai. Qui tắc này không nên lầm với kiểu nối hình tia các vỏ nói ở trên. Dây trung tính không được nối vỏ ngoại trừ tại một điểm. Đây là sự khác biệt giữa dây trung tính và dây bảo vệ (sơ đồ TN-C dùng một dây dẫn cho trung tính và đất, do đó không được dùng nếu vấn đề EMC là quan trọng). Các thiết bị được cung cấp điện riêng rẽ và cách ly với nhau, đó là một sự phòng ngừa cẩn thận. Trong bất cứ trường hợp nào ta đều có lợi nếu các vỏ của thiết bị được giữ ở cùng thế: mạng cấp điện hình tia, mạng lưới các dây, vỏ. Việc nối bản nối đất chính ở tủ phân phối vào lưới nối vỏ nên có điện cảm nhỏ hơn 1 μH (càng thấp càng tốt): dây đơn dài 50 cm, hoặc hai dây song song (không quá gần nhau) dài 1 m mỗi sợi, v.v...

Cung cấp điện và kết nối vỏ cho một thiết bị điện

Trong hệ thống điện cần đặt biến áp càng gần tải càng tốt khi tính đến hậu quả của các trường cảm ứng từ tĩnh.



Hình EMC-19.



Hình EMC-20.

3.5 Các thành phần của EMC và các giải pháp

Tính tương hợp điện từ của hệ thống đòi hỏi phải sử dụng các bộ phận đặc biệt. Sau đây sẽ phân tích các điều kiện sử dụng và chất

lượng của các thành phần trên, cụ thể là màn chắn điện từ, bộ lọc, bộ hạn chế quá áp và bọc chắn cho cáp.

3.5.1 Màn chắn điện từ

Màn chắn điện từ dùng để ngăn cách thành hai khu vực: trong đó một khu vực cần được cách ly với khu vực chòn lại khỏi các nguồn bức xạ nhiễu điện từ. Che chắn điện từ luôn cần đến một vỏ dẫn điện thường bằng kim loại.

Ở tần số thấp các trường điện và trường từ ít khi giao nhau. Che chắn chống điện trường luôn luôn có hiệu quả, thậm chí chỉ cần một lớp sơn dẫn điện là đủ. Tuy nhiên rất khó chống lại từ trường ở tần số thấp. Cần dùng vật liệu có độ thẩm từ cao (sắt mềm, mumetal) hay/và kim loại có điện trở bé (đồng, nhôm). Trong trường hợp nào cũng vậy, màn chắn từ phải đủ dày để bảo vệ. Đối với hệ d.c. chỉ bảo vệ được bằng cách dùng vật liệu từ tính. Màn chắn phải được đặt càng gần vật được bảo vệ càng tốt, độ dày cũng lớn hơn, thể tích lớn hơn. Các màn chắn được dùng rộng rãi để bảo vệ chống lại nhiễu điện từ tần số cao.

Tất cả máy vi tính, trò chơi điện tử đều được bảo vệ EMC. Vai trò của màn chắn là giới hạn bức xạ từ các mạch số vào ăng ten của bộ thu sóng vô tuyến lân cận. Màn chắn là một thiết bị hai chiều, tuyến tính, thụ động, hoạt động của nó hoàn toàn có tính thuận nghịch: hiệu quả của nó ở một tần số nhất định là như nhau, dù là bảo vệ không gian bên trong nó khỏi các bức xạ ngoài hoặc ngược lại. Hoạt động chính của màn điện từ giống như gương phản xạ năng lượng điện từ trở lại nguồn. Khi đó ta có *hiện tượng phản xạ*. Phần năng lượng không bị phản xạ (không có vật phản xạ nào là hoàn hảo) sẽ lan truyền trong môi trường của màn chắn và tiêu tán dưới dạng nhiệt: hiện tượng này ta gọi là *sự hấp thụ*. Nếu một hay cả hai hiện tượng này tốt, màn chắn coi như hoàn thành nhiệm vụ của nó. Một màn chắn cao tần phải là một vật dẫn tốt (điện trở thấp) nhưng phải trước hết có độ rò nhỏ. "Độ rò" ở đây là sự thẩm thấu qua màn chắn của năng lượng điện từ bức xạ. Một chỗ rò có

P.LỤ

thể coi như một khe nứt trong màn chắn. Tần số bức xạ càng cao, bước sóng càng nhỏ, và kích thước cho phép của khe nứt càng phải nhỏ.

Ngược với những gì người ta hay tin, bản chất vật liệu dùng cho màn chắn không quan trọng đối với sóng cao tần. Đặc điểm duy nhất thể hiện chất lượng cao nhất là điện trở thấp và tiếp điểm điện tốt: phải tránh mọi sự oxy hóa và các loại ăn mòn. Vì lý do này, tiếp điểm thường được mạ nickel hay thiếc. Một màn chắn điện từ không cần phải tiếp đất để tăng hiệu quả. Có một màn chắn là hoàn toàn có tác dụng đối với một trường từ. Đối với điện trường, màn chắn đóng vai trò áp chuẩn của các mạch vào và ra. Có thể kết luận rằng màn chắn bảo vệ trường khỏi sự thâm nhập vào không gian được bảo vệ, và hơn nữa cũng ngăn các dòng ký sinh đi vào. Như vậy màn chắn và bộ lọc bổ sung cho nhau, chứ không loại trừ nhau.

Nếu màn chắn không có lỗ rò, có thể đặt đầu vào và ra ở đâu cũng được; ngược lại, nếu màn chắn không tốt, có rò (màn hình, bàn phím, mạch in, đầu đọc đĩa,...), nên đặt các đầu vào, ra thành nhóm trên một giá chung, xa chỗ rò, vai trò của cái giá chung lúc này là tạo một điểm áp chuẩn chung. Ta thấy rằng trong máy vi tính hiện đại, các dây cáp nhóm lại ở phía mặt sau, cách xa các ổ đĩa nằm ở mặt trước.

3.5.2 Các bộ lọc EMC

Một bộ lọc EMC để bảo vệ chống nhiễu truyền dẫn, và thường phối hợp các cuộn cảm và tụ điện. Vai trò của nó là cho qua các tín hiệu hay năng lượng trong dải tần có ích và chặn các tần số ký sinh.

Bộ lọc trong mạch cung cấp điện có giải tần thấp, cho phép năng lượng tần số chính đi qua và chặn các dòng cao tần lại. Đối với một cáp đồng trục liên kết, bộ lọc cao tần có tính chống ký sinh: nó cho phép các tín hiệu cao tần đi qua, nhưng chặn các nhiễu tần số thấp. Cáp lúc đó có thể được nối vỏ hai đầu mà không khó khăn gì. Bộ lọc ở đầu vào radio chỉ cho các tần số trong dải cho phép đi qua và ngăn các tần số khác ngoài dải hay bất kỳ nhiễu nào. Cuối cùng bộ lọc sóng hài là bộ

lọc dạng notch "cắt", hoạt động như một mạch ngắn mạch ở tần số hài; thường ta đặt hai hay vài bộ lọc cho các sóng hài lẻ bậc thấp đầu tiên, vì chúng có biên độ đáng kể nhất. Một bộ lọc EMC là có tính tuyến tính (chừng nào mà các cuộn cảm không bão hòa), thụ động và hai chiều. Ở một tần số cho trước, chúng có tác dụng từ hướng trong ra ngoài và ngược lại. Một bộ lọc trước hết có tính phản xạ nghĩa là nó trả năng lượng lại cho nguồn, do sự lệch tổng trở của đường dây và bộ lọc. Sau đó nó có tính hấp thụ, có nghĩa là bị tiêu tán năng lượng dưới dạng nhiệt khi đi qua bộ lọc. Vì các cuộn cảm là các thành phần có tổn hao bé ở tần số thấp, hoạt động chủ yếu của bộ lọc LC là phản xạ. Hiệu quả của bộ lọc cũng tùy thuộc vào tổng trở phía trước và phía sau. Nếu các tổng trở này thay đổi, hiệu suất của bộ lọc ("tổn hao phụ") cũng thay đổi.

Chú ý: nếu bộ lọc không đồng bộ với đường dây thì cũng có khả năng đồng bộ với đường dây. Hiện tượng này xảy ra ở các bộ lọc trên dây cung cấp điện có tần số thấp: sự cộng hưởng (cho dù từng phần) của bộ lọc làm giảm mức truyền tải ở tần số thấp so với khi không có bộ lọc.

Cần kiểm soát sao cho tần số cộng hưởng của bộ lọc không gây vấn đề (ví dụ như nó phải nhỏ hơn tần số chặt dòng). Bộ lọc trong mạch cung cấp động lực thường hay dùng cuộn cảm ở chế độ đồng pha, còn được gọi là "cuộn bù dòng" hay "cuộn cảm bù".

Các bộ lọc như vậy có nhiều mức khác nhau hơn về hiệu suất ở chế độ đồng pha so với chế độ vi sai. Nếu cuộn cảm bị bão hòa bởi dòng qua nó, hiệu suất của nó sẽ kém đi.

Để tuân theo các tiêu chuẩn EMC, bộ lọc là bắt buộc trong các mạch động lực. Khi chưa có bộ lọc, thường phải chọn một thiết bị với hiệu suất 30 dB ở tần số 100 MHz theo chế độ đồng pha. Để đạt hiệu suất ở tần số cao, một bộ lọc công suất phải theo 3 qui tắc sau:

1) nối lá kim loại của bộ lọc với vỏ kim loại để giảm tổng trở so với đất;

2) sắp xếp sao cho dây cấp điện đi vào bộ lọc ở phía đối diện với mạch ra để hạn chế cách nối ở chế độ đồng pha phía trước và phía sau;

3) gắn chặt cáp vào lá kim loại của bộ lọc để giới hạn bức xạ từ mạch phía trước ảnh hưởng đến mạch phía sau.

Thường các bộ lọc của một thiết bị được đặt trên cùng khung kim loại dùng làm áp chuẩn. Khái niệm đẳng áp ở tần số cao có tính cục bộ: mỗi thiết bị phải có áp chuẩn riêng (bằng vỏ bọc dẫn điện của nó) cho các bộ lọc vào và ra, và cho cáp liên kết có bọc giáp.

Bộ lọc tín hiệu thường là loại RC phối hợp. Một điện trở 1 kΩ mắc nối tiếp với đường dây nhạy cảm là đủ để tăng tính bảo vệ. Ở chế độ đồng pha, các cuộn cảm nhỏ cũng có thể được dùng, với 2 hay 4 hay nhiều hơn dây dẫn cuốn lồng nhau. Các thiết bị nói trên giảm nhiễu ở chế độ đồng pha và không ảnh hưởng tới tín hiệu truyền ở chế độ vi sai.

3.5.3. Bảo vệ chống quá áp

Vai trò của bộ hạn chế quá áp, hay còn gọi là chống sét hay tản sét (tùy vào vị trí lắp đặt) là để giảm nguy cơ hư hại thiết bị hay các thành phần do các nhiễu ở mức điện áp quá cao.

Bộ hạn chế quá áp thường có tính phi tuyến, một chiều: nó giới hạn giá trị đỉnh của điện áp ở mức thấp hơn nhiều so với sóng vào. Trên nguyên tắc, mức được giảm này phải nhỏ hơn khả năng chịu điện áp xung định mức của tất cả thiết bị nằm phía sau. Tuy nhiên việc giới hạn điện áp đỉnh không giảm cường độ trường bức xạ cao tần. Ngược lại, một bộ lọc tần số thấp không giới hạn điện áp đỉnh mà thời gian ở mức 50% sẽ vượt quá thời gian phản ứng của bộ lọc. Như vậy một bộ lọc tốt có thể chặn các tần số trên 10 kHz có sự tăng thời gian khoảng 35 μs. Bộ lọc này không thể giới hạn quá áp do sét với thời gian sóng mức 50% là 50μs. Các bộ hạn chế áp đầu tiên được dùng trong hệ

thống điện thoại là thiết bị dùng khí. Vỏ thủy tinh chứa khí có hai điện cực cách nhau một khoảng được định trước. Quá áp sẽ ion hóa chất khí và cho phép phóng điện xảy ra giữa hai điện cực, do đó giảm thế và làm chất khí bị khử ion. Thiết bị như vậy bền và có ít hiệu ứng nhiễu ký sinh.

Sự thường xuyên hư hỏng của nó thường do ngắn mạch các điện cực (có nghĩa là sau một lần phóng điện, chất khí ion hóa đôi khi gây ngắn mạch ở điện áp thường), có nghĩa là độ tin cậy không được đảm bảo. Để bảo vệ dây điện công cộng, đòi hỏi lắp đặt một điện trở nối tiếp để dập hồ quang khi sét đã được phân tán. Các thành phần tương tự cũng sẽ tồn tại ở điện áp cao (ví dụ như các khoảng phóng điện dạng gai). Ở điện áp thấp các khoảng phóng điện silic như "Trisil" của hãng Thomson (một Triac kiểm soát bởi diot Zener trong mạch trigger) cũng rất hiệu quả cho bảo vệ đường dây và mạch thông tin.

Các thiết bị điện trở oxít kim loại phi tuyến cao được dùng để bảo vệ mạch cung cấp. Một đĩa oxít kẽm sẽ dẫn điện khi điện áp trên hai mặt vượt quá giá trị "khuỷu". Điện áp đó, tỷ lệ với bề dày của đĩa và thay đổi từ vài chục V tới vài kV. Năng lượng mà đĩa chịu được tùy vào thể tích của nó: từ vài chục Joule tới vài ngàn Joule. Khuyết điểm của biến trở là sự thoái hóa sau nhiều lần dẫn điện. Diode Zener với điện trở động thấp có điện áp khuỷu chính xác và thời gian phản ứng ngắn. Khả năng xử lý năng lượng thấp của chúng từ vài phần Joule tới vài Joule cho nên hạn chế việc sử dụng thiết bị loại này, chúng được dùng trong mạch tín hiệu là chủ yếu. Hư hỏng của diode như vậy thường gây ngắn mạch (một điều kiện để đảm bảo bảo vệ an toàn cho mạch).

Trong mọi trường hợp thiết bị quá áp ở chế độ đồng pha được nối trực tiếp vào vỏ của vật được bảo vệ, nếu không thì bằng một dây cáp dài nối kiểu tia với bản nối đất ở xa. Thời gian phản ứng của thiết bị hạn chế quá áp tùy thuộc vào độ dài dây nối.

4. Các vấn đề trong mạng nội bộ

Các mạng nội bộ có ít nhất một vấn đề đặc trưng: các thiết bị phân tán tương đối xa nhau, có lợi cho người dùng hơn là tính đến EMC, thường được cấp điện bằng các đường khác nhau và được nối liên kết bằng cách đi dây truyền thống theo thói quen.

Hệ thống đó tạo các vòng vỏ có diện tích rất lớn. Một trong những nguy hiểm cho mạng nội bộ là từ trường trong khu vực các mạch vòng vỏ tạo ra bởi dòng sét đánh. Người ta tính rằng một sóng cảm ứng bên trong một toà nhà trung bình một năm một lần, có thể đạt tới hay vượt qua 100 V/m^2 diện tích mạch vòng vỏ.

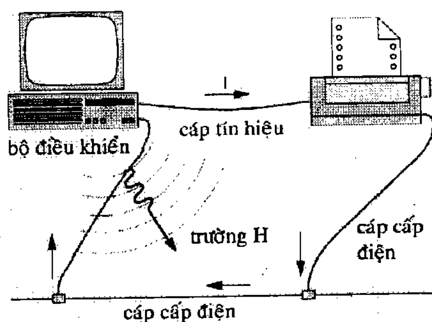
Lưới nối vỏ cần được thực hiện cả ba hướng (kể cả theo chiều đứng) đặc biệt trong các nhà cao tầng có thiết bị ở các tầng khác nhau. Hai tầng sát nhau phải được liên kết bằng tất cả các kết cấu kim loại đi qua sàn. Việc nhân các dây này lên cho phép:

1) cải thiện tính đẳng thế theo chiều đứng của tòa nhà bằng cách giảm giá trị cảm kháng của mạch vòng và nối chúng song song;

2) cải thiện tính đẳng thế theo chiều ngang của toà nhà và đảm bảo dẫn đối xứng dòng sét xuống đất;

3) giảm cảm ứng khỏi các trường từ ở bên trong nhà. Ở điểm giữa đường của hai dây dẫn song song có dòng điện bằng nhau cùng hướng chạy qua, cường độ từ trường H = 0.

Kinh nghiệm cho thấy nếu các vỏ được nối lưới liên kết không tốt và các dây cáp không có hiệu ứng suy giảm thì một số mạch in có thể bị phá hủy do cảm ứng của sét từ xa. Mặt khác nếu các vỏ được nối tốt, với máng cáp được bắt vào khung kim loại của thiết bị, sét đánh chỉ gây ra nhiễu nhỏ không ảnh hưởng đến thiết bị điện tử. Trong môi trường lưới nối vỏ xấu, chỉ có các thiết bị cách ly hay bảo vệ tốt mới không chịu ảnh hưởng của sét.

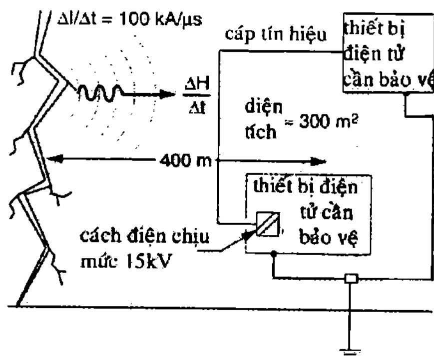


Hình EMC-21. Liên kết các thiết bị sẽ tạo mạch vòng với dây nối đất.

Dòng điện cảm ứng trong mạch vòng vỏ do từ trường của sét có dạng của dòng sét; nó có thể vượt quá 100 A trong trường hợp vòng lớn. Giải pháp tốt nhất để hạn chế nguy hiểm là đặt các dây cáp tín hiệu và cáp cấp điện trong một khay chung. Một cáp bọc giáp nối vỏ mỗi đầu sẽ giảm hiệu ứng xuyên kênh. Việc dây nối vỏ ở gần dây tín hiệu hay dây động lực, làm giảm nhiễu do sét xuống 3 đến 4 lần, nếu nó được nối hai đầu với lưới nối vỏ. Một máng kim loại nằm dọc chiều dài của cáp có hệ số giảm bậc 30. Cáp bọc có màng kim loại sợi có nối vỏ 2 đầu sẽ giảm điện áp cảm ứng xuống 100 lần.

Mạng nội bộ xử lý khối lượng thông tin lớn đòi hỏi tổng trở sóng của các cáp tín hiệu xứng hợp với tổng trở vào ra của các thiết bị liên kết để tránh tổn hao do phản xạ của các tổng trở chênh lệch. Nếu một trong hai bộ hòa của dây dài bị ngắt thì không thể truyền được.

Một vấn đề thường xảy ra trên mạng nội bộ, ngoài các thông số phần mềm, là mất khả năng làm việc do nhiễu điện từ. Phần mềm có thể lọc lỗi nhưng tín hiệu có ích đầu ra bị giảm đáng kể. Người sử dụng chỉ nhận ra vấn đề trong rất ít trường hợp có nhiễu thường xuyên. Chỉ cần tuân theo các qui tắc lắp đặt nêu trên là đủ để giải quyết các vấn đề này.



Hình EMC-22. Sét thường tạo nhiễu do cảm ứng hơn là do các dòng sét.

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS. TS TÔ ĐĂNG HẢI

Biên tập: NGỌC KHUÊ, NGUYỄN ĐĂNG

Chế bản: MẠNH HÙNG

Vẽ bìa: TRẦN THẮNG

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội

In 800 cuốn khổ 14,5 x 20,5 cm tại Công ty cổ phần In Hàng không.
Quyết định xuất bản số: 75 - 2007/CXB/258 - 02/KHKT.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 4/2007.